

Zusammenhang von Fallzahlen und Behandlungsqualität in Schweizer Akutspitälern

Schriftliche Arbeit verfasst an der School of Management and Law,
Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

Studiengang	MSc in Business Administration, with a Specialization in Health Economics and Healthcare Management
Modul	Masterarbeit (w.MA.XX.MTBAHE.15HS)
Betreuende	Prof. Dr. med. Klaus Eichler, Betreuer Dr. Florian Liberatore, Co-Betreuer
Verfasser	Christian Pfister, Matrikelnummer 03-260-635 Hobelwerkweg 17, 8404 Winterthur +41 76 330 15 55
Abgabedatum	7. Juli 2017

Management Summary

Die Annahme, dass die medizinische Behandlungsqualität in Spitälern mit hohen Fallzahlen besser ist als in solchen mit tiefen Fallzahlen, ist weit verbreitet und belegt. Der Zusammenhang von Fallzahlen und Behandlungsqualität hat Auswirkungen auf die Gesundheitspolitik. Viele Länder unternehmen Anstrengungen um höhere Fallzahlen pro Spital zu erreichen. Auch in der Schweiz werden zunehmend Mindestfallzahlen gefordert und bestehende Vorgaben verschärft.

Inwieweit in Schweizer Spitälern die Behandlungsqualität bei hohen Fallzahlen besser ist und ob dabei Unterschiede zwischen verschiedenen Krankheitsbildern bestehen, untersucht diese Arbeit. Auf Basis des internationalen Wissensstandes wird geprüft, ob die erwarteten Unterschiede in der Schweiz ebenfalls bestehen. Für dreizehn Krankheitstypen werden sämtliche Akutspitäler anhand ihrer Fallzahl in Gruppen klassifiziert und die Mortalitätsraten analysiert. Unterschiede der beobachteten Mortalität gegenüber der Gruppe mit hohen Fallzahlen werden als Odds-Ratio (OR) ausgewiesen. Weiter wird für jede Gruppe das Verhältnis der beobachteten und erwarteten Mortalität (SMR) berechnet. Die erwartete Mortalität berücksichtigt anhand von Alter und Geschlecht unterschiedliche Patientenstrukturen in den Gruppen.

Die Resultate bestätigen, dass die beobachteten Mortalitätsraten in Spitälern mit tiefen Fallzahlen höher sind als in Spitälern mit hohen Fallzahlen. Insbesondere bei Herzinsuffizienz, Pneumonie und rupturierten Aortenaneurysmen ist in Spitälern mit hohen Fallzahlen die Mortalität signifikant tiefer als aufgrund der Patientenstruktur erwartet. In zwölf von dreizehn untersuchten Krankheitsbildern weist keine Gruppe mit tiefen oder mittleren Fallzahlen eine signifikant bessere Mortalitätsrate auf als die Spitäler mit hohen Fallzahlen. Die Ergebnisse stimmen mit der internationalen Studienlage überein. Einzig in den Krankheitstypen Herzinsuffizienz, Kolonresektion, Schenkelhalsfraktur und Sepsis sind die Resultate der Spitäler mit sehr tiefen Fallzahlen deutlich besser als erwartet.

Unklar ist, inwieweit Fallzahlen tatsächlich die Behandlungsqualität beeinflussen. Sicher ist, dass Fallzahlen ein Indikator für das Vorhandensein wichtiger Faktoren sind. Welche Faktoren für eine hohe Behandlungsqualität zentral sind, wurde bereits für viele Krankheitstypen in Studien untersucht. Das Vorhandensein dieser zentralen Faktoren soll in der Versorgungsplanung berücksichtigt werden. Mindestfallzahlen alleine reichen nicht, um Behandlungsqualität zu garantieren. Viel effektiver ist, an die Spitäler konkrete Anforderungen mit nachgewiesenem positivem Einfluss auf die Behandlungsqualität zu stellen.

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung	2
2	Stand des Wissens	3
2.1	Literatursuche	3
2.1.1	Beurteilung der Resultate	4
2.2	Erkenntnisse aus der Literatur	6
2.2.1	Fallzahlen	6
2.2.2	Behandlungsqualität	7
2.2.3	Krankheitsbilder und Eingriffe	8
2.2.4	Beeinflussende Faktoren (Confounder)	9
2.3	Bewertung der Studien	12
2.3.1	Korrelation oder Kausalität?	12
2.3.2	Administrative Daten	13
2.3.3	Unterschied zwischen retrospektiven und prospektiven Studien	13
2.3.4	Form des Zusammenhangs	14
2.3.5	Publikationsbias	14
2.4	Fazit und Conceptual-Model	14
3	Methodik und Konzeption	16
3.1	Forschungsfragen	16
3.2	Forschungsdesign	17
3.2.1	Forschungsfrage A: Unterschiede zwischen Klassen	17
3.2.2	Forschungsfrage B: Unterschiede beobachtete / erwartete Mortalität ..	19
3.2.3	Forschungsfrage C: Einfluss von Faktoren	20
3.3	Auswahl der Stichprobe	21
3.4	Operationalisierung	23
3.4.1	Spitäler	23
3.4.2	Krankheitsbilder und Eingriffe	23
3.4.3	Mortalität im Spital	25
3.4.4	Fallzahl	25
3.4.5	Erwartete Mortalität	27
3.4.6	Austritte insgesamt	27
3.5	Durchführung	27
3.5.1	Datenaufbereitung	28

3.5.2	Daten in SPSS importieren	28
3.5.3	Klassen bilden.....	28
3.5.4	Streudiagramm	29
3.5.5	Odds-Ratio (Forschungsfrage A)	29
3.5.6	Standardisiertes Mortalitätsverhältnis (Forschungsfrage B)	30
3.5.7	Regressionsanalyse (Forschungsfrage C).....	30
4	Resultate	35
4.1	Unterschiede zwischen Klassen	35
4.1.1	Herzinfarkt.....	35
4.1.2	Herzinfarkt, nicht verlegt	36
4.1.3	Herzinsuffizienz	37
4.1.4	Koronargefäß-OP	38
4.1.5	Schlaganfall.....	39
4.1.6	Pneumonie	40
4.1.7	Kolonresektion	41
4.1.8	Pankreasresektion	42
4.1.9	Aortenaneurysma rupturiert	43
4.1.10	Hüft-Endoprothese	44
4.1.11	Hüft-TEP-Wechsel	45
4.1.12	Schenkelhalsfraktur	46
4.1.13	Sepsis	47
4.2	Unterschiede beobachtete / erwartete Mortalität	48
4.3	Einfluss von Faktoren.....	50
4.3.1	Kolonresektion	50
4.3.2	Sepsis	51
4.3.3	Übrige Krankheitstypen	52
4.4	Übersicht Resultate.....	53
4.5	Gütekriterien.....	55
4.5.1	Objektivität	55
4.5.2	Reliabilität	55
4.5.3	Validität	55
5	Diskussion der Resultate.....	57
5.1	Interpretation der Resultate einzelner Krankheitstypen	57
5.1.1	Herzinfarkt.....	57
5.1.2	Herzinfarkt, nicht verlegt	58
5.1.3	Herzinsuffizienz	58

5.1.4	Koronargefäß-OP	59
5.1.5	Schlaganfall.....	60
5.1.6	Pneumonie	61
5.1.7	Kolonresektion	61
5.1.8	Pankreasresektion	62
5.1.9	Aortenaneurysma rupturiert	63
5.1.10	Hüft-Endoprothese	64
5.1.11	Hüft-TEP-Wechsel	65
5.1.12	Schenkelhalsfraktur	65
5.1.13	Sepsis	66
5.2	Interpretation der Regressionsanalyse.....	67
5.2.1	Kolonresektion	67
5.2.2	Sepsis	68
5.2.3	Übrige Krankheitstypen	69
5.3	Übersicht und Vergleich.....	69
5.4	Limitationen.....	70
5.4.1	Betrachtung von Gruppen	70
5.4.2	Confounder	70
5.4.3	Mortalität als einziger Output.....	71
5.4.4	Kausalität	71
6	Schlussfolgerungen und Implikationen	72
7	Ausblick.....	73
	Literaturverzeichnis	74
A.	Anhang: Verwendete Variablen in SPSS	81
B.	Anhang: Spitäler	82
C.	Anhang: Streudiagramme beobachtete Mortalität	85
D.	Anhang: Streudiagramme erwartete Mortalität	92
E.	Anhang: Übersicht beobachtete Mortalität	99
F.	Anhang: Übersicht erwartete Mortalität	101
G.	Anhang: Boxplots beobachtete Mortalität	103
H.	Anhang: Scatterplot zum Testen auf Linearität	110
I.	Anhang: Wahrheitserklärung	113

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Resultate Literatursuche	5
Abbildung 2: mögliche Arten des Zusammenhangs (in Anlehnung an Christian et al.)	14
Abbildung 3: Conceptual-Model	15
Abbildung 4: Faktoren Regression	21
Abbildung 5: Systematik zur Klassenbildung	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Suchbegriffe für Literatursuche	3
Tabelle 2: Suchalgorithmen für Literatursuche.....	4
Tabelle 3: Vergleich Daten «2009 – 2013» und «Daten 2014».....	22
Tabelle 4: Untersuchte Krankheitsbilder und Eingriffe	24
Tabelle 5: Klassierung der Spitäler anhand der Fallzahlen.....	26
Tabelle 6: Klassengrenzen je Krankheitstyp.....	29
Tabelle 7: Variablen für Regressionsanalyse	30
Tabelle 8: Regressionsfunktion und -koeffizienten.....	31
Tabelle 9: Durbin/Watson-Test.....	32
Tabelle 10: Test auf Multikollinearität (Runde 2).....	33
Tabelle 11: Beobachtete Mortalität Herzinfarkt.....	35
Tabelle 12: Erwartete Mortalität Herzinfarkt	36
Tabelle 13: Beobachtete Mortalität Herzinfarkt, nicht verlegt	36
Tabelle 14: Erwartete Mortalität Herzinfarkt, nicht verlegt	36
Tabelle 15: Beobachtete Mortalität Herzinsuffizienz	37
Tabelle 16: Erwartete Mortalität Herzinsuffizienz	37
Tabelle 17: Beobachtete Mortalität Koronargefäß-OP	38
Tabelle 18: Erwartete Mortalität Koronargefäß-OP.....	38
Tabelle 19: Beobachtete Mortalität Schlaganfall.....	39
Tabelle 20: Erwartete Mortalität Schlaganfall.....	39
Tabelle 21: Beobachtete Mortalität Pneumonie	40
Tabelle 22: Erwartete Mortalität Pneumonie	40
Tabelle 23: Beobachtete Mortalität Kolonresektion	41
Tabelle 24: Erwartete Mortalität Kolonresektion	41
Tabelle 25: Beobachtete Mortalität Pankreasresektion.....	42
Tabelle 26: Erwartete Mortalität Pankreasresektion.....	42
Tabelle 27: Beobachtete Mortalität Aortenaneurysma rupturiert	43
Tabelle 28: Erwartete Mortalität Aortenaneurysma rupturiert	43
Tabelle 29: Beobachtete Mortalität Hüft-Endoprothese.....	44
Tabelle 30: Erwartete Mortalität Hüft-Endoprothese.....	44
Tabelle 31: Beobachtete Mortalität Hüft-TEP-Wechsel	45
Tabelle 32: Erwartete Mortalität Hüft-TEP-Wechsel.....	45
Tabelle 33: Beobachtete Mortalität Schenkelhalsfraktur.....	46
Tabelle 34: Erwartete Mortalität Schenkelhalsfraktur	46
Tabelle 35: Beobachtete Mortalität Sepsis.....	47

Tabelle 36: Erwartete Mortalität Sepsis.....	47
Tabelle 37: SMR pro Gruppe und Krankheitstyp	49
Tabelle 38: Modellzusammenfassung Kolonresektion	50
Tabelle 39: ANOVA Kolonresektion	50
Tabelle 40: Koeffizienten Kolonresektion	50
Tabelle 41: Modellzusammenfassung Sepsis	51
Tabelle 42: ANOVA Sepsis	51
Tabelle 43: Koeffizienten Sepsis.....	51
Tabelle 44: Übersicht Resultate.....	54
Tabelle 45: Musterberechnungen mit Modell Kolonresektion	67
Tabelle 46: Musterberechnungen mit Modell Sepsis	68
Tabelle 47: Variablen in SPSS	81
Tabelle 48: Variablen in SPSS für Odds-Ratio	81
Tabelle 49: Übersicht Spitäler (inkl. Fallzahlen und Gruppenzuordnung).....	84

Abkürzungsverzeichnis

AHRQ	Agency for Healthcare Research and Quality
CH-IQI	Swiss Inpatient Quality Indicators
IQIs	Inpatient Quality Indicators
OR	odds ratio (Quotenverhältnis)
OR _O	Odds-Ratio der beobachteten Mortalität
OR _E	Odds-Ratio der erwarteten Mortalität
CI	confidence interval (Konfidenzintervall); ohne Angabe eines Wertes ist ein CI von 95% gemeint
p	p-Wert
PTCA	perkutane transluminale coronare Angioplastie
SMR	Standardized Mortality Ratio (Standardisiertes Mortalitätsverhältnis)

1 Einführung

Es scheint belegt, dass die medizinische Behandlungsqualität in Spitälern mit hohen Fallzahlen besser ist, als in solchen mit tiefen Fallzahlen (Gesundheitsdirektion Kanton Zürich, 2015). Bereits 1957 wurde bei Operationen ein Zusammenhang zwischen Fallzahlen und Mortalitätsraten festgestellt (J. A. H. Lee, Morrison, & Morris, 1957). Andere Quellen nennen das Jahr 1914, wo erste Publikationen zu Qualitätsunterschieden zwischen kleinen und grossen Spitälern beschrieben wurden (Mesman, Westert, Berden, & Faber, 2015). Im Jahr 2007 hat ein Systematic-Review in rund drei Viertel der 163 untersuchten Studien tiefere Mortalitätsraten bei hohen Fallzahlen gefunden (Chowdhury, Dagash, & Pierro, 2007, p. 145).

Die Annahme, dass höhere Fallzahlen zu einer besseren Behandlungsqualität führen, hat grosse Auswirkungen auf die Gesundheitspolitik: in vielen Ländern werden zunehmend Anstrengungen unternommen, um höhere Fallzahlen pro Spital zu erreichen. Oft sind Mindestfallzahlen eine Massnahme, um kleine Spitäler mit tiefen Fallzahlen zu verhindern. In den Niederlanden durften bereits in den 1990er-Jahren Koronararterien-Bypass-Operationen nur noch von Spitälern durchgeführt werden, welche jährlich mindestens 600 solche Operationen durchführten (Sowden, Deeks, & Sheldon, 1995, p. 154). Eine der international bedeutendsten Massnahmen sind die Mindestzahlen der Leapfrog Group in den USA (Kothari et al., 2016, p. 844). Die Organisation kauft Leistungen für über 33 Millionen Versicherte ein. Zur Qualitätssicherung dürfen nur noch Spitäler, welche die Mindestfallzahlen und weitere Anforderungen erfüllen, Patienten behandeln (Betensky, Christian, Gustafson, Daley, & Zinner, 2006, p. 598).

1.1 Problemstellung

Die Annahme, dass höhere Fallzahlen zu besserer Qualität führen, hat die Gesundheitspolitik über die letzten Jahre beeinflusst. Der Ansatz von «je mehr Routine, desto besser die Qualität» scheint logisch und attraktiv. International gibt es viele Studien, welche einen Zusammenhang von Fallzahlen und Qualität bestätigen. Die Studien beschränken sich aber grösstenteils auf einzelne, teils sehr spezifische Krankheitsbilder und oft auf einzelne Länder. Weiter bestätigen sie zwar meist einen Zusammenhang von Fallzahlen und Qualität, untersuchen die Gründe aber nicht. Es scheinen nur wenige Studien zu existieren, welche die Ursachen, die zu einer höheren Qualität führen, systematisch hinterfragen und untersuchen. (Mesman et al., 2015).

In der Schweiz werden zunehmend Mindestfallzahlen gefordert oder bestehende Vorgaben verschärft. Inwieweit in Schweizer Spitälern aber die Behandlungsqualität bei hohen Fallzahlen tatsächlich besser ist, scheint bisher nicht untersucht worden zu sein. Unklar sind zudem die Unterschiede zwischen verschiedenen Krankheitsbildern und Eingriffen.

1.2 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit soll dank einer Literaturrecherche den aktuellen, internationalen Forschungsstand bezüglich Zusammenhang von Fallzahlen und Qualität zeigen. Die in der Literatur beschriebenen Grundlagen bilden die Basis für ein Conceptual-Model.

Auf der Basis des internationalen Wissensstandes wird geprüft, ob die erwarteten Unterschiede in der Schweiz ebenfalls zu beobachten sind. Dazu werden konkrete Behandlungsgruppen aus verschiedenen Fachdisziplinen ausgewählt. Die Resultate werden sowohl untereinander wie auch mit den Resultaten internationaler Studien verglichen.

Diese Arbeit soll einen Anhaltspunkt liefern, ob Patienten in Schweizer Spitälern mit hohen Fallzahlen mit einer besseren Behandlungsqualität rechnen können als in Spitälern mit tiefen Fallzahlen.

2 Stand des Wissens

In diesem Kapitel wird der aktuelle Stand des Wissens dargelegt. Dazu werden Nachforschungen in diversen Literaturquellen getätigt (vgl. 2.1) und die wichtigsten Erkenntnisse aufgeführt (vgl. 2.2). Der Wissensstand wird anschliessend bewertet (vgl. 2.3) und fliesst schliesslich in ein Conceptual-Model (vgl. 2.4).

2.1 Literatursuche

Eine strukturierte Literatursuche soll die zentralen Punkte des aktuellen Wissensstandes erfassen. Die Suche umfasst bis Ende Februar 2017 publizierte Literatur bezüglich Zusammenhang von Fallzahlen und Qualität. Aufgrund der Thematik werden folgende Datenbanken eingeschlossen: PubMed, ProQuest (19 Datenbanken, unter anderem EconLit), Cochraine Library und Google / Google Scholar.

Die Definition der Suchbegriffe erfolgt in mehreren Schritten:

- In einem ersten Schritt wird die Fragestellung operationalisiert. Es lassen sich vier Begriffsbereiche ableiten, welche in den Studien enthalten sein müssen. Erstens müssen Begriffe vorkommen, welche sich auf die Qualität beziehen. Zweitens müssen Begriffe enthalten sein, welche sich auf Fallzahlen beziehen. Drittens müssen die Studien Begriffe enthalten, welche deutlich machen, dass ein Zusammenhang untersucht wird. Viertens müssen die Studien Akutspitäler einschliessen.
- Um möglichst alle relevanten Begriffe für diese vier Begriffsbereiche zu bestimmen, werden mehrere Studien zur Thematik auf einschlägige Begriffe, Schlüsselwörter und Tags durchsucht. Die gefundenen Begriffe werden in die MeSH-Database (Medical Subject Headings) eingegeben um einerseits deren Tauglichkeit zu prüfen und andererseits verwandte Begriffe zu finden.
- Aufgrund der sehr hohen Trefferzahl werden die Suchbegriffe anschliessend auf die wesentlichen Begriffe reduziert.

Dieses Vorgehen ergibt die folgenden Suchbegriffe (vgl. Tabelle 1):

Qualität	Zusammenhang	Fallzahl	Akutspital
outcome	relation	volume	hospital
mortality	effect	caseload	
	impact		
	role		
	correlation		

Tabelle 1: Suchbegriffe für Literatursuche

Aus den generierten Begriffen werden mithilfe von Verknüpfungen «und» sowie «oder» («and» und «or») Suchalgorithmen gebildet. Die Begriffe innerhalb der Spalten von Tabelle 1 werden jeweils mit «or» verknüpft. Diese Begriffsgruppen respektive die vier Spalten werden wiederum mit «and» verknüpft. Die Suchalgorithmen werden getestet und auf die Datenbank angepasst. Die Suche auf PubMed und ProQuest erfolgt ausschliesslich in Titel und Abstract. Nachfolgend sind die endgültigen Suchalgorithmen abgebildet:

Datenbank	Suchalgorithmus
PubMed	((outcome[Title/Abstract] OR mortality[Title/Abstract]) AND (relation[Title/Abstract] OR effect[Title/Abstract] OR impact[Title/Abstract] OR role[Title/Abstract] OR correlation[Title/Abstract])) AND (volume[Title/Abstract] OR caseload[Title/Abstract])) AND hospital[Title/Abstract]
ProQuest	(ti((mortality OR outcome)) AND ti((volume OR caseload)) AND ti(hospital)) AND ab(relation OR effect OR impact OR role OR correlation)
Cochrane	Die Suche erfolgte mittels Handsearch durch Kombinationen von Begriffen aus obiger Kategorie.
Google und Google Scholar	Keine Suche mit Algorithmen möglich. Suche erfolgte mittels Handsearch durch Kombinationen von jeweils einem Begriff aus jeder Kategorie.

Tabelle 2: Suchalgorithmen für Literatursuche

2.1.1 Beurteilung der Resultate

Die Anzahl der mit den Suchalgorithmen generierten Treffer sind in Abbildung 1 in der obersten Zeile «Suchresultate» aufgeführt. Aufgrund der hohen Trefferquote (2'865 Treffer) werden bei PubMed-Quellen nur Systematic-Reviews, Reviews und Meta-Analysen weiterbearbeitet. Anschliessend werden die Treffer anhand ihres Titels und in einem späteren Schritt aufgrund des Abstracts ein- respektive ausgeschlossen. Zur Beurteilung der Suchresultate dienen folgende Entscheidungskriterien:

- Die Studie ist auf Englisch oder Deutsch verfügbar
- Die Studie ist kostenfrei erhältlich (oder über vorhandene Abonnemente der ZHAW-Bibliothek verfügbar)
- Die Studie weist einen Bezug zur stationären Akutsomatik auf
- Die Studie untersucht den Zusammenhang zwischen Qualität und Fallzahlen beziehungsweise weist auf Unterschiede bei der Behandlungsqualität aufgrund unterschiedlicher Fallzahlen und anderer Faktoren hin

Abbildung 1 stellt den Prozess in einem Ablaufdiagramm dar. Beim Studium von PubMed-, Cochrane- und Pro-Quest-Quellen werden zitierte Quellen oder Stichworte, welche relevant scheinen, per Handsearch recherchiert. Solche Treffer sind, falls für die vorliegende Arbeit verwendet, unter Handsearch aufgeführt.

Von der Literatursuche unabhängig werden Literaturquellen bezüglich des spezifischen Stands in der Schweiz unter «Handsearch Schweiz» aufgeführt.

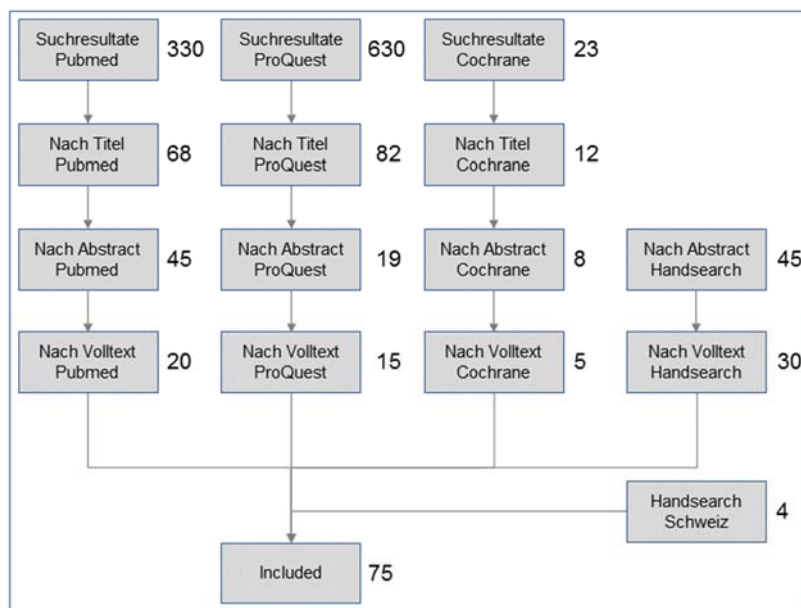


Abbildung 1: Resultate Literatursuche

Sämtliche relevante Literatur (ab Stufe «Nach Abstract» in Abbildung 1) wird in das Literaturverwaltungsprogramm «Zotero» (Version 4.0.29.17 auf Windows 10) übertragen.

2.2 Erkenntnisse aus der Literatur

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche aufgezeigt. Der Fokus wird auf die Definition von Fallzahlen (vgl. 2.2.1), die Behandlungsqualität (vgl. 2.2.2) und Faktoren gelegt, welche den Zusammenhang beeinflussen (vgl. 2.2.4). Weiter wird aufgezeigt, welche Krankheitsbilder und Eingriffe untersucht wurden (vgl. 2.2.3).

2.2.1 Fallzahlen

In den Studien sind unterschiedliche Definitionen von Fallzahlen üblich. Meist beschränkt sich die Fallzahl auf ein Krankheitsbild. Dann wird gezählt, wie oft in einem Spital eine bestimmte Krankheit behandelt respektive ein Eingriff durchgeführt wird. Alternativ zählen einige Studien die Anzahl pro Arzt anstelle des Spitals. Eine andere Möglichkeit ist, als Fallzahl die des gesamten Fachbereichs oder gar Spitals, unabhängig vom Eingriff, zu verstehen (Chowdhury et al., 2007, p. 145).

Die meisten Studien verwenden die erste Definition und verstehen unter Fallzahl die von einem Spital durchgeführte Anzahl einer Behandlung. In einem Systematic-Review von Chowdhury et al. (2007, p. 147) untersuchten 127 Studien die Fallzahlen des Spitals in einem konkreten Krankheitsbild und 58 das Volumen des Operators. 32 Studien nutzten gleichzeitig das Volumen des Spitals und des Operators als unabhängige Variable. Bei den von Gruen et al. (2009, p. 202) untersuchten Studien wird grösstenteils der Zusammenhang von Fallzahlen pro Spital und kurzfristiger Mortalität untersucht. Ein geringer Anteil untersucht zusätzlich den Effekt vom Volumen des Operators.

Der überwiegende Teil der untersuchten Studien teilt die Spitäler anhand der Fallzahlen in gleich grosse Gruppen ein. Viele Studien unterteilen in «high-volume» und «low-volume» (Kothari et al., 2016; Shook, Sun, Burstein, Eisenhauer, & Matthews, 1996). Dies entweder mithilfe des Medians in zwei gleich grosse Gruppen, wie Urbach & Baxter (2004), oder die Eingriffe über einer bestimmten Fallzahl gelten als «high-volume», wie bei Sowden et al. (1995, p. 151) oder Gazoni et al. (2010). Der grosse Teil macht jedoch mehrere Kategorien, meistens drei oder vier, seltener fünf und vergleicht diese untereinander (Christian, Gustafson, Betensky, Daley, & Zinner, 2005, p. 1242; Murata et al., 2013; Perez-Lopez, Bare, Touma-Fernandez, & Sarria-Santamera, 2016; Shahul et al., 2014). Dieses Vorgehen ist breit akzeptiert, bringt aber auch Probleme: Erfolgt die Einteilung auf Basis der Spitäler, hat jede Gruppe die gleiche Anzahl Spitäler, jedoch eine stark unterschiedliche Anzahl Patienten respektive Fälle. Während die Gruppe mit den kleinsten Spitälern nur wenige Fälle enthält, hat die Gruppe mit den grossen Spitälern ein Vielfaches. Erfolgt die Gruppierung auf Basis der Fallzahl, so unterscheiden sich die Gruppen stark hinsichtlich der Anzahl beinhalteter Spitäler. Während die «low-volume»-Gruppe unzählige kleine Spitäler enthält, besteht die Gruppe «high-volume» meist nur aus einzelnen Spitälern (Christian et al., 2005).

Dieses Vorgehen haben mehrere Studien gewählt (Dimick, Cowan, Upchurch, & Colletti, 2003; Nishigori et al., 2016, p. 1881; Yoshioka et al., 2014, p. 526).

Einzelne Studien verwenden strikte Grenzen zur Kategorisierung, da sie diese prüfen wollten. Dies taten beispielsweise Autoren in Bezug auf die von Leapfrog in den USA geforderten Mindestzahlen (Christian, Gustafson, Betensky, Daley, & Zinner, 2003, p. 449).

Die Definition der Gruppengrößen ist je nach Studie anders; während beispielsweise einige Studien 200 Angioplastien im Jahr als «hoch» ansehen, ist diese Fallzahl in anderen Studien «tief». Dieser Umstand kann teilweise erklären, weshalb einzelne Studien signifikante Unterschiede finden, welche in anderen Studien nicht auftauchen (Chowdhury et al., 2007, p. 152).

2.2.2 Behandlungsqualität

Die Behandlungsqualität eines Spitals kann aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden: aus Sicht des Patienten, des Arztes, des Spitals, der Aufsichtsbehörden oder der Gesellschaft. In der Chirurgie werden zum Messen der Behandlungsqualität häufig die postoperative Morbidität, Mortalität und langfristiges Überleben angewendet (Daley, Henderson, & Khuri, 2001, p. 276). Weitere Ansätze sind die Länge des Aufenthalts oder Komplikationsraten (Chowdhury et al., 2007, p. 145). In den USA hat die «Agency for Healthcare Research and Quality» die «Inpatient Quality Indicators (IQI)» erarbeitet. Diese IQIs reflektieren die Qualität der Behandlung innerhalb der Spitäler und enthalten als Kennzahlen neben Fallzahlen und Mortalitätsraten die Anwendungsquote bestimmter Behandlungen (Agency for Healthcare Research and Quality, 2002, p. 1). In den von Chowdhury et al. untersuchten Studien verwendeten 142 Sterblichkeitsraten, 66 Komplikationsraten und 34 die Länge des Krankenhausaufenthaltes. 78 Studien kombinierten mehrere dieser Faktoren (Chowdhury et al., 2007, p. 147). Weitere Messkriterien für die Behandlungsqualität können Patientenzufriedenheit, Zugang oder Kosten sein (Daley et al., 2001, pp. 278–279).

Mortalität ist in der klinischen Forschung ein klassischer Outcome (Bachmann, Puhan, & Steurer, 2008, p. 22). Eine hohe oder eine steigende Mortalitätsrate ist ein Hinweis auf eine schlechtere Behandlungsqualität (Agency for Healthcare Research and Quality, 2002, pp. 1–7). Bei den 163 von Chowdhury et al. in einem Systematic Review analysierten Studien untersuchten 142 Studien die Mortalität (Chowdhury et al., 2007, p. 147).

In Studien wird oft die Spitalsterblichkeit («in-Hospital-Mortality») verwendet (Phillips et al., 2017, p. 84ff). Andere Studien verwenden die «30-Tage-Mortalität» um Verzerrungen aufgrund unterschiedlicher Aufenthaltsdauer zu verhindern (Murata et al., 2013, p. 733; Urbach & Baxter, 2004). Auch der Druck, Patienten frühzeitig aus dem Spital zu entlassen, spricht für die «30-Tage-Mortalität» (Daley et al., 2001).

Mortalität ist einfach messbar und dank administrativen Datensätzen meist gut für Auswertungen verfügbar (Christian et al., 2005, p. 1242). Todesfälle im Spital sind eindeutige Ereignisse und daher manipulationsresistent. Diese Kennzahl ist somit robuster als andere Qualitätskriterien, welche kaum einheitlich erhoben werden (Bundesamt für Gesundheit, 2010, p. 11).

Aufgrund der oft kleinen Fallzahlen pro Spital, kann «Mortalität» nur begrenzt als Indikator für Qualitätsprobleme eines einzelnen Spitals dienen (Dimick, Welch, & Birkmeyer, 2004). Bei niedrigen Fallzahlen ist die statistische Aussagekraft von Mortalitätsraten begrenzt (Bundesamt für Gesundheit, 2010, p. 12). Für eine Aussage ist eine minimale Fallzahl notwendig (Dimick et al., 2004, p. 847).

Mortalität eignet sich aus statistischen Gründen nur, wenn sie genügend häufig ist. Sie wird daher vor allem in Bereichen mit einer relativ hohen Sterblichkeit angewendet (Daley et al., 2001). Bei Eingriffen mit sehr geringem Sterberisiko (z.B. Operation einer Leistenhernie oder eine Cholezystektomie) ist Mortalität als Messkriterium nicht sensitiv genug. Wird nur die Mortalität alleine als Kennzahl genommen, wird eine schlechte Qualität aufgrund der ohnehin sehr tiefen Mortalität unauffällig sein (Chowdhury et al., 2007, p. 154). Für solche Eingriffe sind andere Messkriterien wie Komplikationsraten besser geeignet. Komplikationsraten könnten dann das optimale Kriterium sein (Christian et al., 2003, p. 448). Komplikationen können jedoch auch erst nach dem Spitalaustritt auftreten. Daher ist deren Erfassung im Vergleich zur Mortalität im Spital und der Aufenthaltsdauer unsicher und aufwendig (Daley et al., 2001).

Wenn auch das Messkriterium «Mortalität» Einschränkungen hat, scheint es das am besten geeignete Mittel, um die Qualität zu messen (und zwischen Spitälern zu vergleichen). Jedoch sind die zu untersuchenden Fachbereiche eingeschränkt (da zu kleine Mortalität prozentual oder bei kleinen Fallzahlen auch absolut).

2.2.3 Krankheitsbilder und Eingriffe

Grösstenteils beschränken sich die Studien auf einzelne Krankheitsbilder und Eingriffe, seltener untersuchen sie gesamte Fachgebiete. Thematisch dominieren Krebsleiden und operative Eingriffe. So untersucht nur ein kleiner Teil der Studien nicht-elektive Eingriffe. Diese Beobachtung wird bestätigt durch den Systematic Review von Mesman et al. (2015, p. 1058): Beinahe die Hälfte der Studien behandelt Krebsoperationen (44 %), gefolgt von kardiovaskulären (30 %), orthopädischen Eingriffen (7 %) und weiteren Themen.

Wird in nationalen Studien die Qualität ganzer Spitäler beurteilt oder verglichen, sind die Indikatorensets zur Messung im internationalen Vergleich relativ ähnlich. Praktisch immer wird die Mortalitätsrate bei Hüftgelenkersatz, Herzinsuffizienz, Schlaganfall, Pneumonie und Herzinfarkt untersucht (Bundesamt für Gesundheit, 2010, p. 11).

2.2.4 Beeinflussende Faktoren (Confounder)

Viele Studien beschreiben Faktoren, welche die Beziehung von Fallzahlen und Behandlungsqualität beeinflussen. In der Literatur beschriebene Confounder werden hier aufgezeigt und fliessen später in das Conceptual-Model (vgl. 2.4) ein.

Die Ursache für einen Zusammenhang von Volumen und Outcome scheint nicht vollständig geklärt (Christian et al., 2005). Mesman et al. kritisieren, dass sich die von ihnen untersuchten Studien grösstenteils mit dem Bestätigen oder Verwerfen eines Zusammenhangs begnügen. Die zugrundeliegenden Mechanismen und Ursachen würden nicht hinterfragt, geschweige denn untersucht (Mesman et al., 2015).

In einigen Studien werden unterschiedliche Resultate mit und ohne Berücksichtigung von Faktoren verglichen. Dabei wird teils bei rohen Mortalitätszahlen kein Unterschied zwischen Spitälern mit hohen oder tiefen Fallzahlen festgestellt, jedoch bei der Berücksichtigung weiterer Faktoren (Birkmeyer et al., 2002; Shen, Lu, & Li, 2012).

2.2.4.1 Spital

Neben der Fallzahl des jeweiligen Krankheitsbildes / Eingriffs kann die Grösse des Spitals, dessen Spezialisierung und das Vorhandensein von Ressourcen wie IPS, MRT, usw. die Behandlungsqualität beeinflussen. Eine in Kanada durchgeführte Studie stellte einen ebenso grossen Zusammenhang zwischen der Mortalität und Fallzahlen des gesamten Spitals wie mit den Fallzahlen der jeweiligen Krebserkrankungen fest (Urbach & Baxter, 2004).

Kothari et al. (2016, p. 840) untersuchten, ob die höhere Behandlungsqualität in grossen Spitälern auf die überwiegend nur in grossen Spitälern zur Verfügung stehenden Ressourcen zurückzuführen ist. Sie identifizierten dazu 11 Ressourcen, welche ein Spital mit hohem Volumen charakterisieren. In einem nächsten Schritt suchten sie nach kleinen Spitälern, welche ebenfalls über diese Ressourcen verfügen. Bei diesen untersuchten sie anhand drei repräsentativer Krebsoperationen, ob diese Spitäler trotz tiefer Fallzahlen die Qualität der Grossen erreichen. Bei der Behandlung von kolorektalen Karzinomen konnte beispielsweise die Qualität bei Vorhandensein der Ressourcen, trotz kleiner Fallzahlen, erreicht werden (Kothari et al., 2016, p. 842).

Halm et al. (2000) entwickelten ein Conceptual-Model, welches den Zusammenhang von Fallzahlen, Behandlungsqualität und «Strukturen und Prozesse» zeigt. Das Modell umfasst die Auswahl der Patienten, deren Eigenschaften sowie Merkmale des Spitals. Zusätzlich zu den Merkmalen von Kothari et al. nennen sie unter anderem Prozesse, Kenntnisse und Erfahrung von Ärzten und Pflege. Auf Grundlage des Ansatzes von Halm et al. (2000) suchten Mesman et al. (2015, p. 1056) nach Studien, welche die beeinflussenden Faktoren untersuchen. In 27 Studien fanden sie Hinweise. 22 der 27 Studien bestätigten eine positive Beziehung zwischen Volumen

und Behandlungsqualität. In zehn Studien wurden drei Assoziationen bestätigt: «Fallzahl – Behandlungsqualität», «Fallzahl – Ressourcen / Struktur» und «Ressourcen / Struktur – Behandlungsqualität». Nach Mesman et al. (2015) ist das Volumen ein indirekter Indikator für andere wichtige Merkmale. Aufgrund der Heterogenität der Studien beziehungsweise Ergebnisse konnten sie aber keine schlüssige Erklärung liefern.

2.2.4.2 Behandelnder Arzt und anderes Personal

In vielen Studien wird die Bedeutung des behandelnden Arztes, insbesondere bei technisch anspruchsvollen Operationen, bestätigt (Mesman et al., 2015, p. 1056; Murata et al., 2013, p. 738). So habe ein Operateur mit hohen Fallzahlen einen grösseren Effekt als ein Spital mit zwar hohen Fallzahlen, aber vielen Operateuren mit geringeren Fallzahlen. Daher ist es möglich, dass kleinere Spitäler zwar tiefe Fallzahlen aufweisen, die Eingriffe aber durch einzelne routinierte Ärzte durchgeführt werden. Der Vergleich von Fallzahlen zwischen Spitälern wird dadurch komplizierter (Chowdhury et al., 2007, p. 153).

Das Volumen eines Arztes widerspiegelt andere Aspekte als das Volumen des Spitals. Die Fallzahlen des Arztes sind ein Indikator für das individuelle Fachwissen, die operativen Fertigkeiten und seine Entscheidungsfindung (Christian et al., 2005, p. 1242; Mesman et al., 2015, p. 1056). Das Volumen des Spitals hingegen widerspiegelt generellere Faktoren wie vorhandene Ressourcen und Prozesse.

2.2.4.3 Patient

Spitäler haben unterschiedliche Patientenstrukturen. Faktoren wie Alter, Geschlecht, demografische Merkmale, schwere der Hauptdiagnose und Komorbiditäten beeinflussen den Case-Mix (Gruen et al., 2009, p. 195; Sowden et al., 1995, p. 151).

Sowden et al. (1995, p. 151) untersuchten die Auswirkungen von unterschiedlichen Case-Mixes auf den Zusammenhang von Fallzahlen und Mortalität bei Koronararterien-Bypass-Operationen in den USA. Bei den untersuchten Studien wurde eine reduzierte Mortalität bei höherem Volumen nachgewiesen. Je besser aber die Berücksichtigung unterschiedlicher Case-Mixes war, desto geringer war der Volumeneffekt beziehungsweise der Vorteil von grossen gegenüber kleinen Fallzahlen. Desto besser die Berücksichtigung von unterschiedlichen Case-Mixes, desto kleiner scheint der Einfluss von Fallzahl auf die Mortalität. Unklar ist, ob eine noch detailliertere Berücksichtigung der Patientenunterschiede den Effekt weiter reduzieren würde. Ob der Volumeneffekt mit einer optimalen Berücksichtigung nur kleiner würde oder überhaupt nicht existiert, ist unklar (Sowden et al., 1995, p. 154).

Gruen et al. (2009, p. 195) zitieren Studien, welche den Einfluss von unterschiedlichen Patienten auf ein Vielfaches des Volumeneffektes schätzen. Beispielsweise wurde in Japan zwar bei älteren

Patienten ein Zusammenhang zwischen Fallzahlen des Spitals und Sterblichkeit beobachtet, nicht aber bei jüngeren Patienten (Murata et al., 2013). Chowdhury et al. (2007, p. 153) nennen Anzeichen, dass ältere Patienten und solche mit fortgeschrittenen Krankheiten und höheren präoperativen Risiken öfter in kleineren Spitälern behandelt werden. Als Grund werden Notfalleintritte genannt, bei denen Patienten üblicherweise ins nahe gelegene Spital eingewiesen werden. Kontrovers dazu gibt es ein potentiell Überweisungsmuster, bei welchem komplexe Patienten eher an hochvolumige Spitäler überwiesen werden. Auch die Tatsache, dass kleinere Spitäler Patienten in kritischem Zustand in grössere Zentren verlegen, begünstigt tendenziell kleinere Spitäler (Chowdhury et al., 2007, p. 153).

Ein Vergleich roher Mortalitätsraten ist daher unzulässig (Bundesamt für Gesundheit, 2017). Die meisten Studien verwenden deshalb eine Risikoadjustierung um einen Vergleich zu ermöglichen. Oft wird eine Risikobereinigung nach Alter und Geschlecht vorgenommen (Gazoni et al., 2010). Einige verwenden zusätzliche Faktoren wie Komorbiditäten (Urbach & Baxter, 2004), die Verlegung von einem anderen Spital oder den Fortschritt der Erkrankung (Christian et al., 2003, p. 449). Auch Blutdruck, Körpergewicht und Rasse können als Risikofaktoren gelten (Shook et al., 1996). Weiter können chronische Erkrankungen, die Nutzung von Intensivstationen oder das Vorhandensein eines septischen Schocks mitberücksichtigt werden (Murata et al., 2013, p. 732). Werden zu viele Faktoren korrigiert, besteht die Gefahr, das Resultat zu verfälschen. So ist beispielsweise eine Wundinfektion meist das Resultat einer schlechten Behandlung und sollte daher nicht «wegadjustiert» werden (Bundesamt für Gesundheit, 2010, p. 18).

In der Schweiz wird vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) bei der Publikation von Mortalitätszahlen eine Risikoadjustierung nach Alter und Geschlecht angewandt. Die Adjustierung erfolgt über 5-Jahres-Altersklassen getrennt nach Geschlecht. Für jede Klasse wird gesamtschweizerisch die Sterblichkeit errechnet, dieser Durchschnitt ergibt die «erwartete Sterblichkeit». Für jedes Spital kann die tatsächliche Sterblichkeit mit der erwarteten Sterblichkeit verglichen werden (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 7). Es handelt sich dabei um die Sterblichkeit, welche zu erwarten ist, wenn mit derselben Alters- und Geschlechtsverteilung wie im betreffenden Spital aus der gesamtschweizerischen Patientengruppe eine Stichprobe gezogen würde (Bundesamt für Gesundheit, 2010, p. 18). Das BAG nennt als Vorteil dieser Risikoadjustierung die Unabhängigkeit von der Kodierung eines Spitals. Damit ist die Adjustierung nicht von der Güte der Datenerfassung abhängig und praktisch nicht manipulierbar (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 7).

Mithilfe der erwarteten Sterblichkeit ist eine indirekte Standardisierung möglich. «Indirekt» ist diese, weil sie nicht nur auf den Patienten des Spitals basiert. Es kann sowohl die Differenz zwischen der Anzahl der beobachteten und erwarteten Ergebnisse als auch das Verhältnis der beobachteten zu den erwarteten Ergebnissen angegeben werden (Lane-Fall & Neuman, 2013, p. 5).

Das Verhältnis zwischen beobachteter und erwarteter Sterblichkeit (B / E) nennt sich standardisiertes Mortalitätsverhältnis (SMR). Werte grösser als 1 bedeuten eine vergleichsweise höhere Sterblichkeit, ein SMR kleiner als 1 bedeutet eine unterdurchschnittliche Sterblichkeit (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 7).

2.3 Bewertung der Studien

In diesem Kapitel wird eine Bewertung der Studienlage vorgenommen. Während in Kapitel 2.2.4 auf beeinflussende Faktoren (sog. Confounder) eingegangen wurde, welche den Zusammenhang beeinflussen (sog. Confounder) werden in diesem Kapitel die Studien grundsätzlich bewertet und Unklarheiten aufgezeigt.

2.3.1 Korrelation oder Kausalität?

Trotz des Zusammenhangs von Fallzahlen und Mortalitätsraten ist unklar, ob Kausalität angenommen werden kann. So ist eine Korrelation zwar Bedingung, aber kein Garant für einen Kausalzusammenhang (Atteslander et al., 2010, p. 315). Es ist offen, ob eines der beiden Merkmale das andere kausal bedingt, ob die Merkmale wechselseitig aufeinander einwirken oder ob möglicherweise beide Merkmale durch ein drittes (Confounder) beeinflusst werden.

Bereits 1987 wurde die Plausibilität zweier alternativer Hypothesen für den Zusammenhang zwischen Fallzahlen und Behandlungsqualität untersucht (Luft, Hunt, & Maerki, 1987). Die beiden Hypothesen schliessen sich gegenseitig nicht aus. Die Hypothese «practise-makes-perfect» geht von einem Einfluss der Fallzahl auf die Qualität aus: durch eine höhere Erfahrung entsteht ein Lerneffekt, welcher in einer besseren Qualität resultiert. Die zweite Hypothese «selective referral» von Luft et al. (1987) geht davon aus, dass Spitäler mit einer höheren Qualität mehr Patienten anziehen. Bei dieser Hypothese wäre die hohe Fallzahl deshalb ein Resultat von guter Qualität. Inwieweit Patienten Spitäler mit guter Qualität wählen und dadurch die Fallzahlen steigern, ist jedoch schwer abzuschätzen (Chowdhury et al., 2007, p. 153). Bei elektiven Eingriffen mag die Hypothese «selective referral» Bestand haben. Sobald es sich um Notfälle handelt, bei denen der Patient keine Wahl hat (z.B. Herzinfarkt, Sepsis, usw.), kann der Effekt der selektiven Spitalwahl nur klein sein (Gu et al., 2016).

Die Idee von «Practice-makes-Perfect» scheint damit Gültigkeit zu haben, jedoch gibt es keine Studien, welche die These gegenüber alternativen Theorien vorziehen (Christian et al., 2005, p. 1241; Luft et al., 1987).

In neuerer Zeit wird eine dritte mögliche Hypothese genannt: «organizational structural factors» geht davon aus, dass andere Faktoren einen positiven Einfluss auf die Qualität haben. Diese Fak-

toren sind meist in Krankenhäusern mit hohen Volumen vorhanden, können aber auch in kleineren Häusern beziehungsweise bei kleineren Fallzahlen vorhanden sein (Kothari et al., 2016, p. 839). Beispiele für solche Faktoren sind hochspezialisierte Ärzte oder standardisierte Prozesse (Gu et al., 2016).

Bei nichtelektiven Eingriffen können nur die Hypothesen «practise-makes-perfect» und «organizational structural factors» einen Effekt haben. Zumindest bei nichtelektiven Eingriffen muss damit die Qualität abhängig von der Fallzahl (und weiteren Faktoren) sein und nicht umgekehrt. Dies bestätigt eine in Kalifornien durchgeführte Studie: die Publikation von schlechten und guten Mortalitätsstatistiken bei Myokardinfarkten hatte nur kleinste Auswirkungen auf die zukünftigen Fallzahlen der betroffenen Spitäler (Romano & Zhou, 2004). Bei derselben Studie wurden auch Auswirkungen von veröffentlichten Qualitätszahlen von Bypassoperationen in New York untersucht. Dort gab es einzig geringe Auswirkungen auf die Wahl des Spitals in der Patientengruppe der «weissen Medicare-Patienten». Damit wird bestätigt, dass bei elektiven Eingriffen grundsätzlich eine Wirkung in beide Richtungen möglich scheint und eine gute Qualität zu höheren Fallzahlen führen kann.

2.3.2 Administrative Daten

Einige Autoren monieren, dass bei der Verwendung von administrativen Daten die Qualität der Studie eingeschränkt sei. Dies, weil aufgrund der wenigen Angaben die Berücksichtigung von unterschiedlichen Case-Mixes nur bedingt möglich ist (Gooiker et al., 2011; Wouters et al., 2008).

Viele andere Quellen sehen darin aber kein Problem und verwenden administrative Daten, um die medizinische Behandlungsqualität abzuschätzen. Auf Basis dieser Idee wurden in den USA die Inpatient Quality Indicators (IQIs) von der Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) erarbeitet. Die IQIs umfassen Fallzahlen, Mortalität sowie die Anwendungsquote bestimmter Behandlungen (z. B. auffällig hohe oder tiefe Kaiserschnittquote). Auch wenn anhand dieser Daten kein abschliessendes Bild gemacht werden kann, reichen sie aus, um allfällige Problemfelder aufzuzeigen (Agency for Healthcare Research and Quality, 2002, p. 1).

2.3.3 Unterschied zwischen retrospektiven und prospektiven Studien

Chowdhury et al. (2007, p. 148) stellten eine Diskrepanz zwischen prospektiven und retrospektiven Studien fest. Während in 88 von 112 retrospektiven Studien (75 Prozent) ein positiver Zusammenhang von Fallzahl und Qualität festgestellt wurde, ist dies nur in 6 von 15 prospektiven Studien der Fall (40 Prozent). Gründe können gemäss Chowdhury et al. (2007, p. 152) Einschränkungen bei der Datensammlung sein: während Patienten kleinerer Spitäler (bzw. geringer Fallzahlen) bei Komplikationen oftmals in grössere Spitäler verlegt werden, ist eine Verlegung bei grösseren Spitälern seltener der Fall. Bei einer retrospektiven Betrachtung wird diesem Umstand

meist keine Beachtung geschenkt. So warnen Sowden et al. (1995, p. 151) davor, dass der Effekt in retrospektiven Studien überschätzt werden könnte, weil unterschiedliche Case-Mixes zu wenig berücksichtigt würden.

2.3.4 Form des Zusammenhangs

Ob ein allfälliger Zusammenhang zwischen Volumen und Mortalität kontinuierlich, linear, schrittweise oder anders ist, scheint unklar (Christian et al., 2005, p. 1242). Die Literaturrecherche zeigte, dass viele Studien die Fallzahlen zwar in mehrere Gruppen unterteilen, dann aber nur die zwei extremen Gruppen miteinander verglichen (beispielsweise oberstes und unterstes Quartil). Damit kann nicht erkannt werden, ob der Zusammenhang linear ist oder eine andere Form hat (vgl. Abbildung 2).

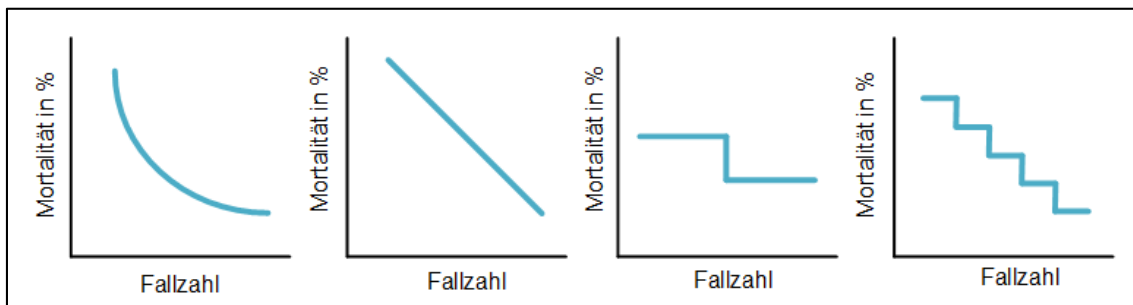


Abbildung 2: mögliche Arten des Zusammenhangs (in Anlehnung an Christian et al.)

2.3.5 Publikationsbias

Möglich ist, dass Studien, welche einen positiven Zusammenhang aufzeigen, häufiger veröffentlicht, beachtet und zitiert werden. Mehrere Studien beziehungsweise Systematic-Reviews haben das Vorhandensein eines Publikationsbias geprüft und keinen solchen festgestellt (Goossens-Laan et al., 2011, p. 780; Richardson et al., 2013, p. 1986; von Meyenfeldt et al., 2012, p. 1174).

2.4 Fazit und Conceptual-Model

Auf Basis der Literaturquellen wird auf ein Conceptual-Model hingearbeitet. Dazu werden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengetragen.

Als zugrundeliegendes Modell wird jenes von Halm et al. (2000) verwendet. Dieses besagt, dass die Fallzahl eines Krankheitsbildes / Eingriffs einen Einfluss auf die Behandlungsqualität hat. Wie viele Studien bestätigen, gibt es diverse Faktoren (Confounder), welche die Beziehung beeinflussen. Je nach Art und Komplexität der Behandlung haben Faktoren wie «Erfahrung des Operators» oder «Ausstattung des Spitals» einen Einfluss (Mesman et al., 2015, p. 1056).

Abbildung 3 zeigt das mit weiteren Faktoren aus Kapitel 2.2.4 ergänzte Conceptual-Model.

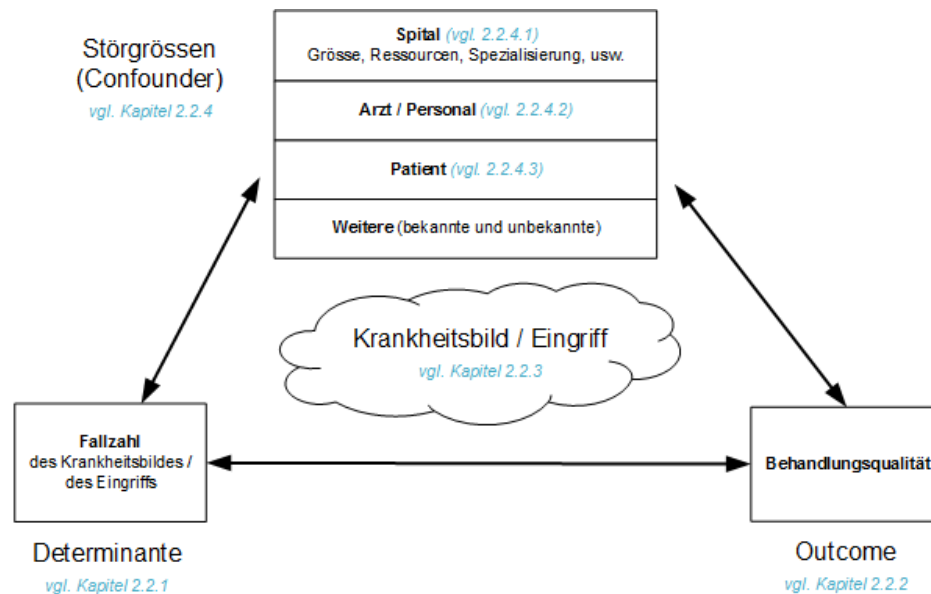


Abbildung 3: Conceptual-Model

Insbesondere bei Eingriffen mit hohem Risiko scheinen hohe Fallzahlen mit guter Qualität zu korrelieren (Mesman et al., 2015, p. 1055). Chowdhury et al. haben in ihrem Systematic Review keine Studie gefunden, welche bei hohen Fallzahlen eine höhere Mortalität aufzeigte (Chowdhury et al., 2007, p. 147). Nur wenige Studien, beispielsweise eine in Japan, stellten keine Unterschiede aufgrund von Fallzahlen fest (Hattori, Katayama, Abe, & Society, 2007). Auch Khuri et al. (1999, p. 421) fanden trotz Adjustierung von Patientenrisiken bei acht häufigen Operationen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Volumen und Mortalität.

Auch nach vielen Jahren Forschung ist die Schlussfolgerung, dass hohe Fallzahlen die Qualität positiv beeinflussen, unsicher (Chowdhury et al., 2007, p. 149; Gooiker et al., 2011). Mesman et al. (2015, p. 1065) haben in ihrem Systematic Review aufgezeigt, dass das Volumen ein indirekter Indikator für andere wichtige Charakteristiken ist. Eine schlüssige Erklärung, welche Faktoren anstelle des Volumens genommen werden können, kann nicht geliefert werden. Dazu konnte kein einheitliches Muster erkannt werden. Kim et al. (2016, p. 7) legen nahe, dass ein bedeutender Teil der tieferen Mortalität in grossen Spitälern durch die vorhandene Medizintechnik, Ressourcen und Prozesse erzielt wird. Höhere Fallzahlen sind aus ihrer Sicht eher ein Indikator für das Vorhandensein von Ressourcen.

Der Nutzen höherer Fallzahlen basiert überwiegend auf retrospektiven Studien. Faktoren wie unterschiedliche Case-Mixes können die auf den ersten Blick klaren Vorteile aber relativieren (Chowdhury et al., 2007, p. 149). Eine randomisierte kontrollierte Studie wird zu dieser Fragestellung kaum je stattfinden können (Chowdhury et al., 2007, p. 145).

3 Methodik und Konzeption

Auf Basis der Problemstellung (vgl. Kapitel 1) und dem in Kapitel 2 aufgezeigten Wissensstand werden in diesem Kapitel die Forschungsfragen und statistischen Verfahren erarbeitet sowie die anschliessende Durchführung beschrieben.

3.1 Forschungsfragen

Anhand konkreter Krankheitstypen wird untersucht, ob in der Schweiz bei der Behandlungsqualität Unterschiede bestehen zwischen Spitälern mit tiefen und Spitälern mit hohen Fallzahlen. Als Indikator für die «Behandlungsqualität» wird Mortalität verwendet. Mortalität ist ein klassisches Outcome und im Zusammenhang mit Fallzahlen das am besten dokumentierte (Bachmann et al., 2008; Gruen et al., 2009, p. 206; Orchard, 1994).

Folgende Forschungsfragen und Hypothesen werden definiert:

- **Forschungsfrage A:** Unterscheiden sich die Mortalitätsraten von Schweizer Spitälern mit tiefen und mittleren Fallzahlen von solchen mit hohen Fallzahlen?
 - Hypothese A1₁: die beobachtete Mortalität unterscheidet sich von Spitälern mit hohen Fallzahlen
 - Hypothese A2₁: die erwartete Mortalität unterscheidet sich von Spitälern mit hohen Fallzahlen
- **Forschungsfrage B:** Entspricht die in Schweizer Spitälern innerhalb von Grössenklassen beobachtete Mortalität der erwarteten Mortalität?
 - Hypothese B1₁: die beobachtete Mortalität unterscheidet sich von der erwarteten Mortalität
- **Forschungsfrage C:** Haben «erwartete Mortalitätsraten», «Fallzahlen» und die «Grösse des gesamten Spitals» einen Einfluss auf die Mortalitätsraten?
 - Hypothese C1₁: die erwartete Mortalität hat einen Einfluss auf die beobachtete Mortalitätsrate
 - Hypothese C2₁: die Fallzahl des einzelnen Krankheitsbildes / Eingriffes hat einen Einfluss auf die beobachtete Mortalitätsrate
 - Hypothese C3₁: die Fallzahl des gesamten Spitals (als Indikator für die Grösse) hat einen Einfluss auf die beobachtete Mortalitätsrate

Forschungsfrage A zeigt Unterschiede zwischen den Grössenklassen auf. Damit wird eine in Bezug zu den Spitälern mit hohen Fallzahlen bessere oder schlechtere Behandlungsqualität erkannt. Unterschiede bei der erwarteten Mortalität zwischen den Grössenklassen (Hypothese A2) weisen auf unterschiedliche Patienten hin und liefern für die Interpretation der tatsächlich beobachteten Rate (Hypothese A1) wertvolle Hinweise. Forschungsfrage B untersucht, ob die erwarteten Mortalitätsraten innerhalb der Grössenklassen erreicht werden. Mit Forschungsfrage C sollen einzelne in Kapitel 2.2.4 beschriebenen Faktoren geprüft werden. Im besten Fall könnte mit dem Modell der Einfluss der Faktoren quantifiziert werden.

3.2 Forschungsdesign

Die Arbeit untersucht den Zusammenhang zwischen Fallzahl (Einflussgrösse) und Mortalität (Zielgrösse). Prinzipiell kann dazu eine «experimentelle» oder «nicht-experimentelle» Studie durchgeführt werden (Bachmann et al., 2008, p. 41). In einer «idealen Welt» würde eine Interventionsstudie durchgeführt. Da eine solche nicht realistisch ist, wird eine retrospektive Beobachtungsstudie durchgeführt. Die zu vergleichenden Gruppen, sprich die Zuordnung der Patienten auf die Spitäler, Fall- und Mortalitätszahlen existieren somit bereits vor Schreiben dieser Arbeit (Bachmann et al., 2008, p. 41). Gewählt werden öffentlich zugängliche Daten, welche vom Bundesamt für Gesundheit (2016, p. 20) publiziert werden. Mit geeigneten statistischen Verfahren werden die Forschungsfragen beantwortet. Diese werden für Forschungsfrage A, B und C nachfolgend beschrieben.

3.2.1 Forschungsfrage A: Unterschiede zwischen Klassen

Für die Forschungsfrage A wird die Mortalität zwischen verschiedenen Spitälern verglichen. Anhand der Fallzahl im entsprechenden Krankheitsbild / Eingriff werden die Spitäler unterschiedlichen Gruppen zugeteilt.

Die Mortalität jeder Gruppe wird mit der Gruppe mit den höchsten Fallzahlen (=Referenz) verglichen. Damit entspricht die Behandlung in einem Spital mit tiefen oder mittleren Fallzahlen einer Exposition.

Die Mortalitätsraten und Fallzahlen der einzelnen Gruppen werden in einer Tabelle dargestellt. Die Kreuztabellierung hilft, die Ergebnisse übersichtlich darzustellen und auf diese Weise einen möglichen Zusammenhang zu erkennen (Backhaus, Erichson, Plinke, & Weiber, 2016, p. 358).

3.2.1.1 Odds-Ratio

Als einfache Analyse gilt die Betrachtung der «Odds» (Backhaus et al., 2016, p. 359). Da die Mortalität binär ist, wird der Effekt eines kleineren Spitals auf die Behandlung als Risiko-Quotient (Odds-Ratio) angegeben (Bachmann et al., 2008, p. 71). In der aktuellen medizinischen Fachliteratur werden meist Odds-Ratios (OR) verwendet. Dies, obwohl sie schlechter interpretierbar sind als Risk-Ratios (Kirkwood & Sterne, 2003, p. 163). So verwendet auch eine grosse Zahl der in der Literatursuche gefundenen Quellen Odds-Ratios.

Ein Odds ist definiert als Chance, dass etwas geschieht, geteilt durch die Wahrscheinlichkeit, dass es nicht geschieht (Kirkwood & Sterne, 2003, p. 136):

$$Odds_A = \frac{\text{Wahrscheinlichkeit}_{A \text{ trifft ein}}}{\text{Wahrscheinlichkeit}_{A \text{ trifft nicht ein}}} = \frac{P_A}{1 - P_A}$$

Beim Odds Ratio (OR) werden zwei Odds miteinander verglichen. Das OR definiert sich als Verhältnis zwischen dem Odds der «Exponenten-Gruppe» geteilt durch das Odds der Kontrollgruppe (Kirkwood & Sterne, 2003, p. 159):

$$OR = \frac{Odds_{\text{Exponierte Gruppe}}}{Odds_{\text{Nichtexponierte Gruppe}}}$$

Oft wird fälschlicherweise in der Literatur ein OR einem Risk-Ratio gleichgestellt (Kirkwood & Sterne, 2003, p. 161). Obwohl für tiefe Werte die Unterschiede gering sind, dürfen sie nicht verwechselt werden.

Als Nicht-Exponierte Gruppe beziehungsweise Referenz wird, wie in mehreren Quellen der Literatursuche, «hoch» genommen (Dudley, Johansen, Brand, Rennie, & Milstein, 2000; Perez-Lopez et al., 2016, p. 155). Obwohl die Mehrzahl der Studien als Referenz das kleine Spital wählt, wird bewusst die umgekehrte Perspektive gewählt. Damit können kleinste, kleine und mittlere Fallzahlen immer mit den grossen Spitälern als Referenz verglichen werden.

3.2.1.2 Chi-Quadrat-Test

Das bekannteste Verfahren um zu klären, ob ein systematischer Zusammenhang vorliegt oder eine Assoziation zufällig entstanden ist, ist der Chi-Quadrat-Test (Atteslander et al., 2010, p. 283; 285-286; Backhaus et al., 2016, p. 358). Dabei wird überprüft, ob ein Merkmal in den Stichproben identisch verteilt ist (Backhaus et al., 2016, p. 359). Im Fall dieser Arbeit wird untersucht, ob die Mortalitätsrate in den Spitalgruppen identisch ist.

Diejenige Hypothese beziehungsweise provisorische Aussage, welche Gleichheit beschreibt, nennt man Nullhypothese (H_0) (Atteslander et al., 2010, p. 283). Für Forschungsfrage A können diese wie folgt definiert werden:

Hypothese A1₀: Der Anteil der Mortalität ist in beiden Stichproben gleich

Hypothese A2₀: Der Anteil der Mortalität ist in beiden Stichproben gleich

Für die Forschungsfragen A1 werden die Tests mit der beobachteten und für A2 mit der erwarteten Mortalität durchgeführt. Ist der p-Wert grösser als das Signifikanzlevel ($\alpha = 0.05$) kann die Nullhypothese nicht verworfen werden. Somit ist nicht genug Evidenz vorhanden, um eine Assoziation zwischen Spitalgruppe und Mortalität anzunehmen. Ist der p-Wert kleiner als das Signifikanzlevel ($\alpha = 0.05$) kann die Nullhypothese mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% verworfen werden.

Der Chi-Quadrat-Test sagt nichts über die Stärke des Zusammenhangs (Backhaus et al., 2016, p. 367). Wird bei nichtexperimentellen Beobachtungsstudien aufgrund statistischer Zusammenhänge auf Kausalität geschlossen, ist dies mit einem hohen Irrtumsrisiko verbunden (Backhaus et al., 2016, p. 361).

3.2.2 Forschungsfrage B: Unterschiede beobachtete / erwartete Mortalität

Für die Forschungsfrage B wird die beobachtete mit der erwarteten Mortalität verglichen. Die beobachtete Mortalität jeder Gruppe aus Forschungsfrage A wird mit der erwarteten Mortalität ins Verhältnis gesetzt. Diese Kennzahl nennt sich Standardized Mortality Ratio (SMR) und errechnet sich anhand nachfolgender Formel (Kirkwood & Sterne, 2003, p. 268):

$$SMR_{Krankheitstyp} = \frac{\text{Beobachtete Mortalität}_{Krankheitstyp}}{\text{Erwartete Mortalität}_{Krankheitstyp}}$$

Das standardisierte Mortalitätsverhältnis (SMR) wird vom BAG und anderen Publikationen häufig verwendet. Werte grösser als 1 bedeuten eine höhere Sterblichkeit als erwartet, ein SMR kleiner als 1 bedeutet eine unterdurchschnittliche Sterblichkeit (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 7). Für Forschungsfrage B kann folgende Hypothese definiert werden:

Hypothese B1₀: die beobachtete Mortalität entspricht der erwarteten Mortalität

Liegt der Wert 1 innerhalb des Konfidenzintervalls, so kann die Nullhypothese nicht verworfen werden. Liegt der Wert 1 ausserhalb des Konfidenzintervalls kann die Nullhypothese mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% verworfen werden und ein signifikanter Unterschied zwischen beobachteter und erwarteter Mortalität angenommen werden (New Mexico Department of Health, 2017).

3.2.3 Forschungsfrage C: Einfluss von Faktoren

Um in Forschungsfrage C den Einfluss von der Fallzahl und weiteren Variablen auf die Mortalitätsrate zu untersuchen, wird eine Regressionsanalyse durchgeführt. Regressionsanalysen sind flexibel und werden häufig eingesetzt, um die Beziehung zwischen einer abhängigen und mehreren unabhängigen Variablen zu analysieren (Backhaus et al., 2016, p. 64). Das Modell soll voraussagen können, wie sich die beobachtete Mortalität verändert, wenn einer der Faktoren sich verändert. Neben der Vorhersage zeigt eine Regressionsanalyse auch, welcher Teil der Varianz durch das Modell respektive die Variablen erklärt werden (Laerd Statistics, 2016b).

Bei Statistiken bezüglich Mortalitätsraten werden üblicherweise logistische Regressionen verwendet (Kirkwood & Sterne, 2003, p. 4). Dies, weil bei Untersuchungen auf Ebene von einzelnen Patienten die abhängige Variable «Mortalität» nur die Werte «ja» oder «nein» annimmt. Viele in der Literaturrecherche untersuchten Studien verwenden dieses Vorgehen (Khuri et al., 1999; Nathan, Cameron, Choti, Schulick, & Pawlik, 2009; Pearse et al., 2012; Rasmussen, Zwisler, Abildstrom, Madsen, & Madsen, 2005; Rush, Romano, Ashkanani, McDermid, & Celi, 2017; Westvik et al., 2006). Im für diese Arbeit verwendeten Datensatz sind die Daten der Patienten auf Ebene Spital aggregiert. Damit liegen die Mortalitätsraten pro Spital, nicht aber pro Patient vor. Eine logistische Regressionsanalyse analog dieser Studien kann deshalb nicht durchgeführt werden.

3.2.3.1 Multiple lineare Regressionsanalyse

Eine multiple lineare Regressionsanalyse testet, ob ein Zusammenhang von mehreren unabhängigen und einer abhängigen Variable besteht. Damit kann untersucht werden, welche Faktoren die Mortalitätsrate eines Spitals beeinflussen (Backhaus et al., 2016, p. 65; Universität Zürich, 2017a). Murata et al. (2013) verwendeten beispielsweise eine multiple lineare Regression, um bei akuten Erkrankungen der Gallenblase die Auswirkungen von Faktoren auf die Aufenthaltsdauer zu untersuchen.

Vor der Durchführung muss entschieden werden, welches die abhängige und welches die unabhängigen Variablen sind (Backhaus et al., 2016, p. 65). Dieser Entscheid basiert auf dem in Kapitel 2 erarbeiteten Wissensstand. Es ist eine gängige Vermutung, dass die Fallzahl einen Einfluss auf die Mortalität hat bzw. ein Indikator für andere Faktoren ist. Interdependente Beziehungen lassen sich in der linearen Regression nicht berücksichtigen (Backhaus et al., 2016, p. 65). Es wird daher vernachlässigt, dass eine hohe Behandlungsqualität auch einen Einfluss auf die Fallzahlen haben kann.

Bewusst wird nicht der SMR als abhängige Variable gewählt. Mit der Verwendung des SMR würde der Zusammenhang zwischen erwarteter und tatsächlicher Mortalität als gegeben erachtet und würde nicht geprüft. Da eine Prüfung sinnvoll scheint, wird die erwartete Mortalität als unabhängige Variable verwendet (vgl. Abbildung 4).

Der Wert eines Modells liegt darin, dass es sich auf einzelne wichtige Aspekte beschränkt und daher einfacher ist als die Realität (Backhaus et al., 2016, p. 97). Die Berücksichtigung aller möglichen Faktoren ist daher nicht sinnvoll.

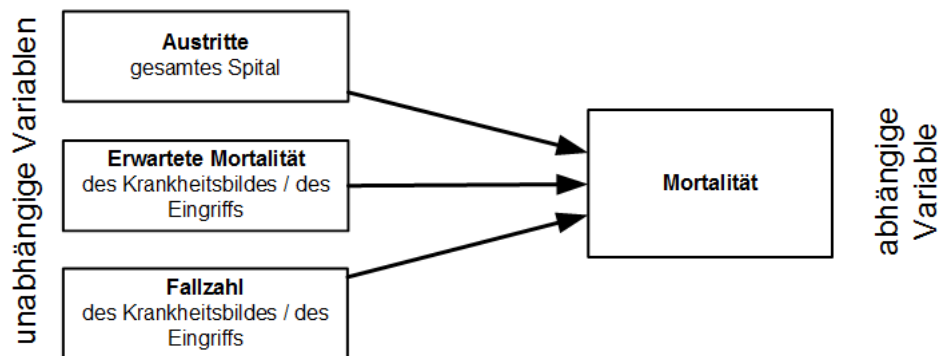


Abbildung 4: Faktoren Regression

Mehrere Autoren weisen darauf hin, dass in Spitälern mit kleinen Fallzahlen statistische Ausreisser wahrscheinlich sind. Insbesondere wenn die erwartete Mortalität Null ist und ein oder mehrere Todesfälle auftreten, hat dies Ausreisser zur Folge. Bei kleinen Spitälern reagieren die Zahlen somit sehr empfindlich auf zufällige Ereignisse (Christian et al., 2005, p. 1243; Lane-Fall & Neuman, 2013, p. 6). Aufgrund der Literaturquellen und einer ersten Datensichtung scheint die Gefahr vorhanden, dass die Varianz der Residuen (Fehler) zwischen kleinen und grossen Spitälern nicht gleich ist. Damit würde Heteroskedastizität anstelle von Homoskedastizität vorliegen. Um sehr kleine Spitäler und entsprechend zu erwartende Ausreisser zu vermeiden, wird die Mindestfallzahl pro Spital für die Berücksichtigungen in der Regressionsanalyse auf 50 Fälle erhöht. Berücksichtigt man den Zeitraum der Messung von fünf Jahren, entsprechen 50 Fälle gerade einmal 10 Fällen pro Jahr. In Anbetracht der Gefahr der Heteroskedastizität werden die Daten bei der Durchführung neben einer optischen Kontrolle auch statistisch auf Homoskedastizität geprüft.

3.3 Auswahl der Stichprobe

Der vom Bundesamt für Gesundheit (2016) publizierte Datensatz enthält Daten für zwei separate Zeiträume: Einerseits sind die Daten der Jahre 2009 bis 2013 und andererseits von 2014 vorhanden. Es stellt sich daher die Frage, welcher verwendet werden soll. Der ältere Datensatz umfasst fünf Jahre, was die Datenmenge erhöht und Ausreisser reduziert. Da das Bundesamt für Gesundheit

(2016, p. 20) nur die Werte von Spitälern mit zehn und mehr Fällen publiziert, enthält dieser zudem für mehr Spitäler Daten. Dies, weil mehr Spitäler in fünf Jahren 10 Fälle erreichten als im Jahr 2014 alleine. Die Tabelle bietet diesbezüglich eine Übersicht.

Krankheitstyp	Anzahl Spitäler	Anzahl Spitäler mit gültigen Fall- und Mortalitätszahlen		Differenz zwischen beiden Datensätzen
		Daten 2009-2013	Daten 2014	
Herzinfarkt	143	94	86	-8
Herzinfarkt (nicht verlegt)	143	86	73	-13
Herzinsuffizienz	143	105	97	-8
Koronargefäss-OP	143	18	16	-2
Schlaganfall	143	94	74	-20
Pneumonie	143	102	90	-12
Kolonresektion	143	85	58	-27
Pankreasresektion	143	41	25	-16
Aortenaneurysma rupturiert	143	47	18	-29
Hüft-Endoprothese	143	115	113	-2
Hüft-TEP-Wechsel	143	104	63	-41
Schenkelhalsfraktur	143	107	80	-27
Sepsis	143	101	77	-24

Tabelle 3: Vergleich Daten «2009 – 2013» und «Daten 2014»

Der Datensatz 2014 hätte einzig den Vorteil, dass er aktueller ist. Da aber insbesondere Spitäler mit kleinen Fallzahlen von Interesse sind und die Gefahr von Ausreissern durch den längeren Beobachtungszeitraum kleiner ist, wird der Datensatz 2009 bis 2013 verwendet. Die Daten von 2014 können bei Bedarf zur Verifizierung beigezogen werden.

Da alle Daten dieselbe Adjustierung bezüglich erwarteter Mortalität aufweisen, werden potentielle Confounder der untersuchten Krankheitsbilder / Eingriffe ähnlich berücksichtigt und ermöglichen einen Vergleich (Gruen et al., 2009, p. 196). Die Datenquelle enthält ab dem Jahr 2009 99 % der zu erwartenden Fälle. Die Daten werden in ähnlicher Form seit 1998 erhoben, womit allfällige Probleme bezüglich einheitlicher Codierung gelöst sein sollten. Obwohl die Daten bei Codierrevisionen im Zusammenhang mit SwissDRG überprüft werden, können aufgrund der Komplexität bei einzelnen Spitälern Mängel vorliegen (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 15).

3.4 Operationalisierung

Das folgende Kapitel dient der Operationalisierung. Dabei werden abstrakte Vorstellungen in einen systematischen Zusammenhang gebracht und Begriffe und deren Messgrößen definiert (Atteslander et al., 2010). Die Wahl des Outcomes ist dabei zentral (Bachmann et al., 2008, pp. 21–30).

3.4.1 Spitäler

Untersucht werden «Akutspitäler» welche nach der Typologie des Bundesamtes für Statistik Krankenhäuser der allgemeinen Pflege (Versorgungsstufe 1 bis 5) sowie spezialisierte Kliniken in den Bereichen Chirurgie, Gynäkologie / Neonatologie und Pädiatrie sein können (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 16).

Ausgeschlossen werden in dieser Arbeit die Spezialkliniken des Betriebstyps «Pädiatrie» und «Gynäkologie / Neonatologie». Letztere enthielten in den zu untersuchenden Krankheitsbildern und Eingriffen keine auswertbaren Daten. Die drei Spitäler des Betriebstyps «Pädiatrie», namentlich das «Kinderspital Zürich», «Uni-Kinderspital beider Basel» und das «Ostschweizer Kinderspital» enthielten einzig verwendbare Daten bei der Erkrankung «Sepsis». Bei allen anderen Krankheitsbildern / Eingriffen wurden keine zehn Fälle erreicht. Da die Kliniken des Betriebstyps «Pädiatrie» ausschliesslich Kinder und Jugendliche behandeln, kann durch den Ausschluss zudem eine mögliche Verzerrung durch grundsätzlich andere Patientenstrukturen ausgeschlossen werden.

Für Spitäler mit Fallzahlen unter zehn werden vom Bundesamt für Gesundheit (2016, p. 20) keine Zahlen publiziert. Diese Spitäler mit fehlenden Werten - in der Publikation vom BAG jeweils mit * markiert – werden bei der Analyse ausgeschlossen. Der Ausschluss bezieht sich nur auf den entsprechenden Eingriff / Krankheitstyp. Bei anderen Krankheitstypen wird das Spital, sofern die Daten dort vorliegen, berücksichtigt.

3.4.2 Krankheitsbilder und Eingriffe

In diesem Kapitel werden die zu untersuchenden Krankheitsbilder und Eingriffe definiert. Die Auswahl soll repräsentativ für die Arbeit der Spitäler sein und möglichst unterschiedliche Fachbereiche beinhalten. Die gewählten Krankheitsbilder und Eingriffe sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Bei Spitalvergleichen wird praktisch immer die Mortalitätsrate bei Hüftgelenkersatz, Herzinsuffizienz, Schlaganfall, Pneumonie und Herzinfarkt untersucht (Bundesamt für Gesundheit, 2010, p. 11). Pneumonie, Pankreasresektion, Koronararterien-Bypass, abdominales Aortenaneurysma und Hüftgelenkersatz sind in den IQIs von der AHRQ enthalten (Agency for Healthcare Research and Quality, 2002, pp. 14–16).

Die Treffer der Literaturrecherche haben grösstenteils elektive Operationen zum Thema. Am häufigsten beschrieben sind Operationen aufgrund von Krebserkrankungen. Operationen an Koronargefässen sind in der Literatur ebenfalls gut dokumentiert (Sowden et al., 1995, p. 151). Deshalb werden zum Vergleich in dieser Arbeit bei Schweizer Akutspitäler Kolon- und Pankreasresektionen sowie Koronargefässoperationen untersucht.

Zur Ergänzung sollen auch nichtelektive und teils nicht chirurgische Krankheitstypen untersucht werden: Sepsis, Herzinsuffizienz, Pneumonie und Herzinfarkt. Damit ein allfälliger Effekt durch Verlegungen beim Herzinfarkt erkannt beziehungsweise ausgeschlossen werden kann, wird zusätzlich die Untergruppe «Herzinfarkt (nicht verlegt)» untersucht.

Krankheitsbild / Eingriff	Code BAG	Beschrieb BAG
Herzinfarkt	A.1.1.M	Hauptdiagnose Herzinfarkt (Alter >19),
Herzinfarkt (nicht verlegt)	A.1.7.M	Hauptdiagnose Herzinfarkt (Alter >19), Direktaufnahmen nicht weiter verlegt)
Herzinsuffizienz	A.2.1.M	Hauptdiagnose Herzinsuffizienz (Alter >19)
Koronargefäss-OP	A.7.12.M	OP nur an Koronargefässen ohne Hauptdiagnose Herzinfarkt (Alter >19)
Schlaganfall	B.1.1.M	Hauptdiagnose Schlaganfall alle Formen (Alter >19)
Pneumonie	D.1.8.M	Hauptdiagnose Pneumonie, Alter >19, ohne Tumor oder Mukoviszidose, Direktaufnahmen
Kolonresektion	E.4.2.M	Kolonresektionen bei kolorektalem Karzinom, ohne komplizierende Diagnose
Pankreasresektion	E.7.1.M	Pankreasresektionen insgesamt (ohne Transplantation, Alter >19)
Aortenaneurysma rupturiert	F.2.5.M	Aortenaneurysma rupturiert
Hüft-Endoprothese	I.1.1.M	Hüft-Endoprothesen-Erstimplantation (nicht bei Frakturen),
Hüft-TEP-Wechsel	I.1.2.M	Hüft-TEP-Wechsel und Komponentenwechsel
Schenkelhalsfraktur	I.3.1.M	Schenkelhalsfraktur (Alter >19)
Sepsis	J.2.1.M	Hauptdiagnose Sepsis

Tabelle 4: Untersuchte Krankheitsbilder und Eingriffe

Die Auswahl erfolgte auch unter Berücksichtigung der statistischen Anforderungen bezüglich genügend hoher Fallzahlen bzw. Mortalität (Chowdhury et al., 2007; Christian et al., 2003; Daley et al., 2001). Beim Krankheitstyp «Hüft-Endoprothesen» muss aufgrund der sehr tiefen Mortalitätsraten mit statistischen Problemen gerechnet werden. Auch wenn andere Messkriterien bei Hüfteingriffen geeigneter scheinen (vgl. Kapitel 2.2.2), werden zugunsten einer einheitlichen Auswertung und Vergleichbarkeit Mortalitätsraten zum Messen der Behandlungsqualität angewendet.

Die medizinischen Selektionskriterien für den Ein- beziehungsweise Ausschluss bei den einzelnen Krankheitstypen können der Publikation des BAG entnommen werden (Bundesamt für Gesundheit, 2016, pp. 78–184).

3.4.3 Mortalität im Spital

Die Mortalität ist ein klassisches Outcome und im Zusammenhang mit Fallzahlen das am besten dokumentierte (Bachmann et al., 2008; Gruen et al., 2009, p. 206; Orchard, 1994). Im Gegensatz zu anderen Kriterien zur Messung von Behandlungsqualität basiert die Mortalitätsrate auf ultimativen, klaren Ereignissen. Im Gegensatz zu Dekubitusraten oder Infektionen wird sie einheitlich erhoben (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 11).

Für die Forschungsfrage A und B wird die Summe der Todesfälle in der entsprechenden Spitalgruppe verglichen. Da ein sinnvoller Nullpunkt vorhanden ist, handelt es sich um eine Verhältnisskala (Rationalskala). Damit sind Aussagen wie «die Mortalität in Spitalgruppe A ist doppelt so hoch wie in Gruppe B» möglich (Bachmann et al., 2008, pp. 36–37).

Während für die Hypothesen A1 und B1 die beobachtete Anzahl der Todesfälle pro Spitalgruppe verwendet wird, wird bei der Hypothese A2 die Anzahl der erwarteten Todesfälle verwendet (vgl. Kapitel 3.4.5). Bei Forschungsfrage C wird die Mortalitätsrate jedes einzelnen Spitals ins Verhältnis mit der Fallzahl gesetzt und als abhängige Variable in der Regressionsanalyse genutzt.

$$\text{Mortalitätsrate [in \%]}_{\text{Spital A}} = \frac{\text{Anzahl Todesfälle}_{\text{Spital A}}}{\text{Anzahl Fälle}_{\text{Spital A}}}$$

Bei der Mortalitätsrate handelt es sich ebenfalls um eine Verhältnisskala (Rationalskala). Damit sind Aussagen wie «die Mortalitätsrate in Spital A ist doppelt so hoch wie in Spital B» möglich (Bachmann et al., 2008, pp. 36–37).

3.4.4 Fallzahl

Für Forschungsfrage A und B werden die Spitäler aufgrund der Fallzahl des jeweiligen Krankheitstyps einer Klasse zugeteilt. Die Klassifizierung wird pro Krankheitstyp vorgenommen. Möglich ist deshalb, dass Spital A bei Herzinfarkten in der Klasse «hoch» ist, aber bei Hüft-Endoprothesen aufgrund der tiefen Fallzahl in der Klasse «tief» ist.

Im Vergleich zu anderen Studien wird eine geringe Anzahl von Spitälern und Patienten untersucht. Shahul et al. (2014) verwendeten für ihre Studie zur schweren Sepsis beispielsweise die Zahlen von über 3000 Spitälern und über 640'000 Fällen. Damit genügend Fälle beziehungsweise Spitäler pro Gruppe vorhanden sind, werden nur drei wesentliche Gruppen gebildet.

Jede der Gruppen enthält ein Drittel der Patienten. Tabelle 5 definiert die Systematik zur Klassierung der Fallzahlen. Damit bestehen die Gruppen aus einer unterschiedlichen Anzahl Spitäler wie die Abbildung 5 illustriert. Während die Gruppe «tief» unzählige kleine Spitäler enthält, besteht die Gruppe «hoch» meist nur aus einzelnen Spitälern. Dank dieser Klassierung sind bei allen Krankheitstypen auch in den Gruppen mit kleinen Spitälern genügend Fälle zur Beantwortung von Fragestellung A und B vorhanden.

Mit drei Klassen kann, anders als wenn nur zwei gewählt würden, erkannt werden, ob die mittelgrossen Spitäler besser oder schlechter wie die anderen beiden sind (Mayer, Bottle, Darzi, Athanasiou, & Vale, 2010). Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass die Form des Zusammenhangs unklar ist (vgl. Kapitel 2.3.4).

Die Spitäler mit Fallzahlen unter 50 (entspricht zehn pro Jahr) werden in eine vierte Klasse «sehr tief» eingeteilt. Die Spitäler in dieser vierten Gruppe werden bei der Forschungsfrage A und B mitberücksichtigt, bei der Regressionsanalyse zu Forschungsfrage C aber ausgeschlossen. Damit soll die Problematik von grossen Varianzen bei der Regressionsanalyse entschärft werden.

Klasse	Bereich	Beschrieb
sehr tief	10 – 49 Fälle*	10 bis 25 Fälle innerhalb 5 Jahre*
tief	≥ 50 Fälle	Unterstes Drittel der Fälle (ohne «sehr tief»)
mittel		Mittleres Drittel der Fälle (ohne «sehr tief»)
hoch		Oberstes Drittel der Fälle (ohne «sehr tief»)
* Fallzahlen < 10 sind im Datensatz nicht vorhanden (vgl. 3.4.1)		

Tabelle 5: Klassierung der Spitäler anhand der Fallzahlen

Während die Gruppe «sehr tief» bei allen Krankheitsbildern die Spitäler mit Fallzahlen zwischen 10 und 49 Fällen enthält, werden die Klassengrenzen für die Spitäler mit mindestens 50 Fällen bei jedem Krankheitstyp anders definiert.

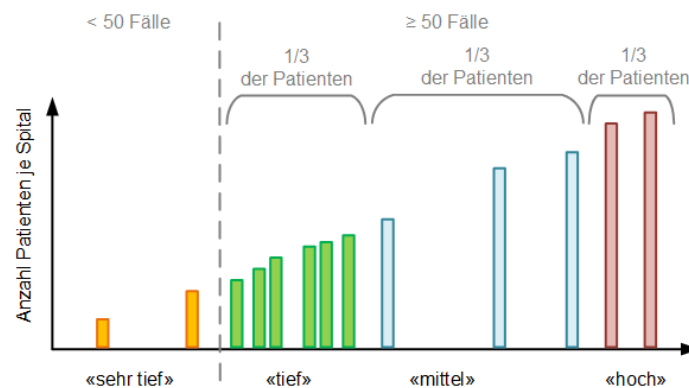


Abbildung 5: Systematik zur Klassenbildung

In Forschungsfrage C wird die Fallzahl im entsprechenden Krankheitstyp für die Hypothese C1 verwendet. Dabei dient die Fallzahl (als natürliche Zahl) als abhängige Variable (ohne Gruppierung). Die Fallzahlen sind in Anhang B ersichtlich. Bei der in Forschungsfrage C verwendeten Fallzahl handelt es sich im Gegensatz zu den Klassen für Forschungsfrage A und B um eine Verhältnisskala (Rationalskala). Damit sind Aussagen wie «die Fallzahl in Spital A ist doppelt so hoch wie in Spital B» möglich (Bachmann et al., 2008, pp. 36–37).

3.4.5 Erwartete Mortalität

Inwiefern die erwartete Mortalität mit der tatsächlichen Mortalität zusammenhängt, soll im Rahmen der Forschungsfrage B mit der Hypothese B1 und bei C mit der Hypothese C2 geklärt werden. In Forschungsfrage A wird die erwartete Mortalität bei der Hypothese A2 verwendet, um Unterschiede bei der erwarteten Mortalität zwischen den Klassen aufzuzeigen.

Die erwarteten Mortalitäten sind in der Excel-Datei und der Publikation des BAG ersichtlich (Bundesamt für Gesundheit, 2016). Dabei handelt es sich um eine Risikoadjustierung nach Alter und Geschlecht. Die Adjustierung erfolgt über 5-Jahres-Altersklassen. Für jede Klasse wird gesamtschweizerisch die Sterblichkeit errechnet, dieser Durchschnitt ergibt die «erwartete Sterblichkeit». Es handelt sich dabei um die Sterblichkeit, welche zu erwarten ist, wenn mit derselben Alters- und Geschlechtsverteilung wie im betreffenden Spital aus der gesamtschweizerischen Patientengruppe eine Stichprobe gezogen würde (Bundesamt für Gesundheit, 2010, p. 18). Das BAG nennt als Vorteil dieser Risikoadjustierung die Unabhängigkeit von der Kodierung eines Spitals. Damit ist die Adjustierung nicht von der Güte der Datenerfassung abhängig und praktisch nicht manipulierbar (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 7). Ein weiterer Vorteil ist, dass unterschiedliche Behandlungen, da diese das Resultat verfälschen würden, nicht korrigiert werden (Bundesamt für Gesundheit, 2010, p. 18).

Bei der erwarteten Mortalität handelt es sich um eine Verhältnisskala (Rationalskala). Damit sind Aussagen wie «die erwartete Mortalität in Spital A ist doppelt so hoch wie in Spital B» möglich (Bachmann et al., 2008, pp. 36–37).

3.4.6 Austritte insgesamt

Inwiefern sich die gesamte Fallzahl eines Spitals (unabhängig vom Krankheitstyp) auf die beobachtete Mortalität auswirkt, soll im Rahmen von Forschungsfrage C mit der Hypothese C3 geklärt werden. Dabei werden die Fallzahlen eines Spitals, unabhängig vom Krankheitstyp als natürliche Zahl verwendet. Die Fallzahlen sind in der letzten Spalte in Anhang B ersichtlich.

Bei der in Forschungsfrage C verwendeten Austritte handelt es sich um eine Verhältnisskala (Rationalskala). Damit sind Aussagen wie «Spital A hatte doppelt so viele Austritte wie Spital B» möglich (Bachmann et al., 2008, pp. 36–37).

3.5 Durchführung

Nach der Definition der Forschungsfragen, Auswahl der Stichprobe und Operationalisierung wird nun die Auswertung durchgeführt. Wie in vielen Quellen empfohlen wird die Durchführung vorgängig mit Testläufen geprobt (Atteslander et al., 2010, p. 295; Bachmann et al., 2008). Im weiteren Verlauf wird die definitive Durchführung beschrieben.

3.5.1 Datenaufbereitung

In Excel werden die Daten vorbereitet. Alle Anpassungen finden in zusätzlichen Spalten und Mappen statt, die Spalten mit den Originaldaten werden nicht verändert.

Im vom Bundesamt für Statistik publizierten Datensatz sind die Bezeichnungen der Krankheitsbilder und Eingriffe je nach Spital auf Deutsch, Französisch oder Italienisch hinterlegt. Mit einem SVerweis werden die Bezeichnungen vereinheitlicht und auf weniger Zeichen umcodiert. Weiter wird die Anordnung der Spalten geändert, Prozentzahlen in normale Zahlen umgewandelt sowie mit einem SVerweis der Betriebstyp ergänzt. Die Einteilung nach Betriebstypen sowie die Austrittszahlen stammen aus der Publikation des Bundesamtes für Gesundheit (Bundesamt für Gesundheit, 2016, pp. 1531–1536).

Die im Datensatz vom Bundesamt für Gesundheit (2016) publizierten SMR-Werte wurden auf eine Stelle nach dem Komma gerundet. Daher werden diese nicht verwendet und würden bei späterem Bedarf der prozentualen Mortalitätsraten neu berechnet.

In zusätzlichen Spalten werden für die Berechnung der Odds-Ratios (OR) die effektiven Zahlen der überlebenden sowie gestorbenen Patienten errechnet. In der Datei mit einem « * » gekennzeichnete fehlende Werte für die Mortalität und geschätzte Mortalität sowie nicht verfügbare Fallzahlen (mit «...» dargestellt) werden mit «-9» ersetzt. Fallzahlen unter 10, zu welchen keine Mortalitätszahlen vorliegen, werden ebenfalls mit «-9» ersetzt. Damit sind für den Import in SPSS in den entsprechenden Zellen nur Zahlen vorhanden.

3.5.2 Daten in SPSS importieren

Verwendet wird SPSS Version 24 für Windows. Die Daten werden importiert und die Variablen definiert (vgl. Anhang A). Alle Fallzahlen zwischen null und neun werden, da zu diesen keine Daten zur Mortalität vorliegen, als «fehlende Werte» in SPSS definiert. Weiter werden die Werte 99.999 in den Zellen der beobachteten und erwarteten Mortalität als fehlend definiert.

3.5.3 Klassen bilden

In SPSS werden mithilfe der Funktion «visuelles Klassieren» die Grenzen der einzelnen Klassen für Forschungsfrage A und B definiert. Grundlage bildet die in Kapitel 3.4.4 definierte Klassierung. Die in Tabelle 6 dargestellten Grenzen werden in Excel nachgebildet und erneut in SPSS importiert. Die daraus resultierende Einteilung der einzelnen Spitäler ist in Anhang B ersichtlich. Zur übersichtlichen Darstellung wird für jedes Spital bei jedem Krankheitstyp mittels Piktogrammen die Klasse angegeben.

Herzinfarkt	Herzinfarkt (nicht verlegt)	Herzinsuffizienz	Koronargefäß-OP	Schlaganfall	Pneumonie	Kolonresektion	Pankreasresektion	Aortenaneurysma rupturiert	Hüft-Endoprothese	Hüft-TEP-Wechsel	Schenkelhalsfraktur	Sepsis
-------------	-----------------------------	------------------	-----------------	--------------	-----------	----------------	-------------------	----------------------------	-------------------	------------------	---------------------	--------





	sehr tief	<	50												
	tief	≤	1250	600	905	600	1256	714	151	128	90	751	131	350	718
	mittel	≤	1250	600	905	600	1256	714	151	128	90	751	131	350	718
	hoch	>	2550	1370	1960	1110	3187	1885	220	241	200	1589	307	768	1421

Tabelle 6: Klassengrenzen je Krankheitstyp

Die Klasse «sehr tief» wird durch einen Kreis gekennzeichnet. Die Spitäler, welche in Forschungsfrage C berücksichtigt werden, sind anhand der farbigen Symbole zu erkennen.

3.5.4 Streudiagramm

Es ist zweckmässig, sich vor der Auswertung ein Bild der vorhandenen Daten zu machen. Dazu eignet sich ein Streudiagramm (Backhaus et al., 2016, p. 72). Die Streudiagramme werden sowohl für die beobachtete wie auch für die erwartete Mortalität in Prozent erstellt. Je nach Klasse des Spitals wurden andere Symbole verwendet um die Interpretation zu vereinfachen. Diese befinden sich in Anhang C. Zusätzlich wurden zur Interpretation Boxplots (in Anhang G) erstellt.

3.5.5 Odds-Ratio (Forschungsfrage A)

Für die Auswertung der Odds-Ratios werden die Daten in einem separaten SPSS-File aufbereitet. Zu jedem Spital sind für die Auswertung des OR zwei Datensätze notwendig: einer mit der Anzahl der überlebenden Patienten und einer mit der Anzahl Todesfälle. Aus der Variable der Gruppe werden über «Umcodieren in andere Variable» drei zusätzliche Variablen erstellt (vgl. Tabelle 48 in Anhang A). Damit besteht pro Volumen-Kategorie eine Variable mit der Information, ob der Datensatz in der Gruppe, in der Referenz (sprich Klasse «hoch») oder nicht berücksichtigt werden soll.

Da die Daten pro Spital und nicht Patient vorliegen, wird eine Gewichtung in SPSS vorgenommen (Laerd Statistics, 2016c). Dazu dient die Variable «GewichtM» respektive «GewichtEM» für die

erwartete Mortalität. Über die SPSS-Funktion «Kreuztabelle» werden pro Klasse die Odds gerechnet. Bedingung für einen aussagekräftigen Chi-Quadrat-Test ist eine erwartete Häufigkeit von mindestens fünf in jeder Zelle (Laerd Statistics, 2016a). Ist die erwartete Zellhäufigkeit kleiner als fünf, wird der exakte Test nach Fisher verwendet (Universität Zürich, 2017b).

3.5.6 Standardisiertes Mortalitätsverhältnis (Forschungsfrage B)

Grundlage bilden die errechneten Daten aus Forschungsfrage A. Anhand der Formel aus Kapitel 3.2.2 werden die SMR sowie Konfidenzintervalle in Excel berechnet. Die Resultate werden in Kapitel 4.2 dokumentiert und in Kapitel 5 diskutiert.

3.5.7 Regressionsanalyse (Forschungsfrage C)

Mithilfe einer multiplen linearen Regressionsanalyse soll der Einfluss der Faktoren «Fallzahl», «erwartete Mortalität» und «Austritte gesamt» auf die beobachtete Mortalität statistisch überprüft werden (vgl. Tabelle 7). Die Regressionsfunktion erfolgt in fünf Schritten (Backhaus et al., 2016, p. 69): Modellformulierung, Schätzung der Regressionsfunktion, Prüfung der Regressionsfunktion, Prüfung der Regressionskoeffizienten und Prüfung der Modellprämissen.

3.5.7.1 Modellformulierung

Das zugrundeliegende Modell wurde in Kapitel 3.2.3.1 erarbeitet. Die in Tabelle 7 aufgeführten Variablen werden in SPSS verwendet (vgl. auch Anhang A). Die Datensätze der Klasse «sehr tief» (Fallzahlen unter 50) werden mit der Funktion «Filtern» von der Auswertung ausgeschlossen.

Art	Bezeichnung	Typ
Abhängige Variable	Beobachtete Mortalität in %	Rationalskala
Unabhängige Variablen	Erwartete Mortalität in %	Rationalskala
	Fallzahl in Krankheitstyp	Rationalskala
	Austritte des Spitals insgesamt	Rationalskala

Tabelle 7: Variablen für Regressionsanalyse

3.5.7.2 Schätzung der Regressionsfunktion

In SPSS wird eine multiple lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Mit der Funktion «aufgeteilte Datei» wird die Ausgabe anhand der Variable «Krankheitstyp» für jedes Krankheitsbild / Eingriff separiert. Verwendet wird das Kleinst-Quadrate-Kriterium (Backhaus et al., 2016, p. 77).

Zum Variableneinschluss wird das Vorgehen «Vorwärts-Selektion (Forward)» verwendet. Damit wird diejenige Variable zuerst ins Modell aufgenommen, welche am stärksten mit der abhängigen Variable korreliert. Anschliessend wird die nächste, am meisten korrelierende Variable hinzugefügt. Dieses Vorgehen wird wiederholt, bis sich durch zusätzliche Variablen die Modellgüte (R-Quadrat) nicht weiter steigern lässt oder alle Variablen im Modell berücksichtigt sind (Laerd Statistics, 2016b; Universität Zürich, 2017a).

3.5.7.3 Prüfung der Regressionsfunktion und -koeffizienten

Die von SPSS errechneten Regressionsfunktionen- und koeffizienten müssen auf deren Güte überprüft werden (Backhaus et al., 2016, p. 81). Die globale Prüfung gibt an, wie gut das Modell als Ganzes die abhängige Variable erklärt (engl. «goodness of fit»).

Bei den Regressionskoeffizienten stellt sich die Frage, ob diese zur Erklärung helfen. Liefern diese keinen Beitrag, werden sie aus dem Modell entfernt (Backhaus et al., 2016, p. 82). Mit dem gewählten Variableneinschlussverfahren geschieht der Ausschluss von Variablen ohne Beitrag automatisch durch SPSS. Ausgeschlossene Variablen sind in Tabelle 8 gekennzeichnet. Bei im Modell berücksichtigten Variablen wird die Signifikanz angegeben.

Krankheits- typ	Globale Prüfung der Regressi- onsfunktion		Signifikanz der Regressionskoeffizienten		
	R-Quad- rat	Signifikanz	Erwartete Mor- talität	Fallzahl Krank- heitstyp	Austritte insge- samt
Herzinfarkt	0.073	$F(1,81) = 6.385$, p .013	0.013	ausgeschl.	ausgeschl.
Herzinfarkt, nicht verlegt	0.304	$F(1,70) = 30.612$, p .000	0.000	ausgeschl.	ausgeschl.
Herzinsuffi- zienz	0.103	$F(1,92) = 10.547$, p .002	0.002	ausgeschl.	ausgeschl.
Koronarge- fäss-OP	0.211	$F(1,15) = 4.028$, p .063	0.063	ausgeschl.	ausgeschl.
Schlaganfall	0.000	$F(1,76) = 0.03$, p .863	0.863	ausgeschl.	ausgeschl.
Pneumonie	0.015	$F(1,91) = 1.413$, p .238	0.238	ausgeschl.	ausgeschl.
Kolonresek- tion	0.317	$F(3,59) = 9.111$, p .000	0.013	0.000	0.000
Pankreasre- sektion	0.089	$F(1,20) = 1.95$, p .178	0.178	ausgeschl.	ausgeschl.
Aortenaneu- rysmas rupturiert	0.669	$F(1,12) = 24.296$, p .000	0.000	ausgeschl.	ausgeschl.
Hüft-En- doprothese	0.266	$F(1,109) = 39.452$, p .000	0.000	ausgeschl.	ausgeschl.
Hüft-TEP- Wechsel	0.418	$F(1,66) = 47.365$, p .000	0.000	ausgeschl.	ausgeschl.
Schenkel- halsfraktur	0.094	$F(1,83) = 8.625$, p .004	0.004	ausgeschl.	ausgeschl.
Sepsis	0.108	$F(2,80) = 4.82$, p .011	0.631	ausgeschl.	0.003

Tabelle 8: Regressionsfunktion und -koeffizienten

Nur in zwei Modellen respektive bei zwei Krankheitstypen scheinen Fallzahl und / oder Austritte statistisch signifikante Faktoren zu sein (vgl. Tabelle 8). Bei den übrigen Modellen scheint nur die erwartete Mortalität einen signifikanten Einfluss zu haben. Bei vier Modellen ist nicht einmal der Einfluss der erwarteten Mortalität signifikant. Da das Interesse an zusätzlichen Faktoren neben der erwarteten Mortalität liegt, werden die zwei Modelle «Kolonresektion» und «Sepsis» weiter untersucht. Ob diese Schätzungen korrekt sind, soll mit der Prüfung der Modellprämissen in einem nächsten Schritt überprüft werden (Backhaus et al., 2016, p. 97; Laerd Statistics, 2016b).

3.5.7.4 Prüfung der Modellprämissen

Die Schätzung für die Regressionsparameter hängen von Annahmen ab, welche erfüllt sein müssen (Backhaus et al., 2016, p. 97; Universität Zürich, 2017a). Daher werden die Modelle auf die Voraussetzungen geprüft.

Intervallskalierte Variablen

Sowohl die abhängige Variable wie auch die unabhängigen Variablen sind rationalskaliert. Damit ist die Anforderung von mindestens intervallskalierten Daten erfüllt (Laerd Statistics, 2016b).

Autokorrelation

Die lineare Regression basiert auf der Annahme, dass die Residuen in der Grundgesamtheit unkorreliert sind. Zur Kontrolle eignet sich der Durbin/Watson-Test (Backhaus et al., 2016, p. 105; Laerd Statistics, 2016b). Dieser wird in SPSS durchgeführt und liefert die Werte in Tabelle 9. Keiner der Werte deuten auf Autokorrelation hin (Backhaus et al., 2016, p. 638).

Krankheitstyp	Durbin-Watson-Statistik
Kolonresektion	1.780
Sepsis	2.230

Tabelle 9: Durbin/Watson-Test

Linearität

Ein lineares Regressionsmodell erfordert eine lineare Beziehung in den Parametern (Backhaus et al., 2016, p. 99). Die Bedingung der Linearität muss auf zwei Arten erfüllt sein: Einerseits müssen alle unabhängigen Variablen zusammen sowie auch jede einzelne unabhängige Variable eine lineare Beziehung aufweisen. Ist diese Voraussetzung nicht gegeben, ist oftmals eine Transformation der Daten möglich (Laerd Statistics, 2016b; Universität Zürich, 2017a).

Zur Überprüfung werden in SPSS Scatterplots erstellt (Laerd Statistics, 2016b). Die Residuen bilden auf den Scatterplots tendenziell ein horizontales Band. Es sind keine offensichtlichen Anzeichen für Nichtlinearität vorhanden. Zur Dokumentation befinden sich diese in Anhang H.

Homoskedastizität

Für jeden Wert der unabhängigen Variable muss der Fehlerwert dieselbe Varianz haben (Universität Zürich, 2017a). So müssten bei Homoskedastizität die Varianzen im gesamten Diagramm gleich gross sein (Pallant, 2013, p. 131). Um Heteroskedastizität zu erkennen empfiehlt sich eine visuelle Kontrolle der Residuen, welche gegen die Werte von Y geplottet werden. Ein Dreiecksmuster deutet auf Heteroskedastizität hin (Backhaus et al., 2016, p. 103; Laerd Statistics, 2016b).

Werden die Scatterplots in Anhang H begutachtet, deutet der des Krankheitstyps «Sepsis» auf Heteroskedastizität hin. Mehrere Autoren stellten fest, dass in Spitälern mit kleinen Fallzahlen statistische Ausreisser wahrscheinlich sind (Christian et al., 2005, p. 1243; Lane-Fall & Neuman, 2013, p. 6). Insbesondere wenn die erwartete Mortalität Null ist und ein oder mehrere Todesfälle auftreten, hat dies Ausreisser zur Folge. Bei kleinen Spitälern reagierten die Zahlen somit sehr empfindlich auf zufällige Ereignisse. Damit ist zu rechnen, dass die Schätzer nicht effizient funktionieren (Backhaus et al., 2016; Laerd Statistics, 2016b; Pallant, 2013).

Multikollinearität

Die unabhängigen Variablen dürfen nicht zu stark miteinander korrelieren (Universität Zürich, 2017a). Mit zunehmender Multikollinearität wird die Schätzung der Regressionsparameter ungenauer (Backhaus et al., 2016, p. 107). Die Resultate des in SPSS durchgeführten Tests sind in Tabelle 10 dargestellt. Buchstabenpaare Kennzeichen eine Korrelation über 0.7. Alle VIF sind unter 10.

Krankheitstyp	Beobachtete Mortalität	Erwartete Mortalität	Fallzahl Krankheitstyp	Austritte
Kolonresektion			A	A
Sepsis				

Tabelle 10: Test auf Multikollinearität (Runde 2)

Bei Variablen, welche von hohem Interesse sind, besteht ein Dilemma: entweder wird die Variable entfernt oder diese wird belassen mit der Folge, dass Multikollinearität auftritt (Backhaus et al., 2016, p. 110). Da bei «Kolonresektion» die VIF-Werte unauffällig sind, beide Variablen einen signifikanten Beitrag zum Modell leisten und das Modell mit beiden ein höheres R-Quadrat hat, werden beide im Modell behalten.

Prüfung der Residuen

Eine visuelle Hilfe ist sinnvoll zur Prüfung der Residuen (Backhaus et al., 2016, p. 119). Dazu werden in SPSS entsprechende Diagramme erstellt. Diese sind in Anhang H dokumentiert und unauffällig.

Die Resultate der Regressionsanalyse werden in Kapitel 4.3 dargestellt und in Kapitel 5 diskutiert.

4 Resultate

Dieses Kapitel zeigt die Resultate des in Kapitel 3 beschriebenen Vorgehens. In einem ersten Teil wird auf die Resultate der einzelnen Krankheitstypen eingegangen. In einem zweiten werden die Gütekriterien diskutiert.

4.1 Unterschiede zwischen Klassen

Zu welcher Klasse die einzelnen Spitäler in einem Krankheitstyp gehören, ist in Anhang B ersichtlich. Um den Lesefluss zu erleichtern wird bei einem Konfidenzintervall (CI) von 95% auf die Angabe der Prozentzahl verzichtet und nur CI angegeben. Abgekürzt wird das untere Limit mit LL («lower limit»), das obere Limit mit UL (für «upper limit»). Die Klassengrenzen werden zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Studien als «Fälle pro Jahr» angegeben. Das Odds-Ratio der beobachteten Mortalität wird mit OR_O und das der erwarteten Mortalität mit OR_E abgekürzt. Für die beobachtete Mortalität wird ein kleines O anstelle eines B verwendet, damit sich dieses optisch besser vom E unterscheidet. Das O steht für «observed», englisch für beobachtet, und das E kann sowohl für «erwartet» wie auch «estimated» stehen.

4.1.1 Herzinfarkt

Beim Krankheitstyp «Herzinfarkt» wird bei allen drei Klassen eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.21 [CI 1.12 - 1.31; $p < 0.01$]; «tief» OR_O 1.23 [CI 1.14 - 1.33; $p < 0.01$]; «sehr tief» OR_O 1.77 [CI 1.16 - 2.71; $p < 0.01$]). Die Klasse «sehr tief» enthält nur 269 Fälle, was 0.3 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 11: Beobachtete Mortalität Herzinfarkt

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	549	1'089	7	25'548	1'338	5.2%	1			
mittel	267	505	13	25'011	1'569	6.3%	1.21	1.12	1.31	< 0.01
tief	10	249	63	26'219	1'670	6.4%	1.23	1.14	1.33	< 0.01
sehr tief	2	8	11	269	24	8.9%	1.77	1.16	2.71	< 0.01

Erwartet wird bei den Klassen «mittel» und «tief» eine signifikant höhere Mortalitätsrate als bei der Klasse «hoch» («mittel» OR_E 1.17 [CI 1.09 - 1.26; $p < 0.01$]; «tief» OR_E 1.26 [CI 1.17 - 1.35; $p < 0.01$]). Die erwartete Mortalität von «sehr tief» unterscheidet sich nicht signifikant (OR_E 1.37 [CI 0.86 - 2.19; p 0.19]).

Tabelle 12: Erwartete Mortalität Herzinfarkt

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI LL UL		P
hoch	549	1'089	7	25'548	1'342	5.3%	1			
mittel	267	505	13	25'011	1'524	6.1%	1.17	1.09	1.26	< 0.01
tief	10	249	63	26'219	1'710	6.5%	1.26	1.17	1.35	< 0.01
sehr tief	2	8	11	269	19	7.1%	1.37	0.86	2.19	0.19

4.1.2 Herzinfarkt, nicht verlegt

Beim Krankheitstyp «Herzinfarkt, nicht verlegt» wird bei allen drei Klassen eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.15 [CI 1.06 - 1.25; $p < 0.01$]; «tief» OR_O 1.2 [CI 1.1 - 1.3; $p < 0.01$]; «sehr tief» OR_O 1.54 [CI 1.12 - 2.1; $p < 0.01$]). Die Klasse «sehr tief» enthält 378 Fälle, was 0.9 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 13: Beobachtete Mortalität Herzinfarkt, nicht verlegt

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI LL UL		P
hoch	321	455	7	13'131	1'087	8.3%	1			
mittel	122	274	14	14'528	1'371	9.4%	1.15	1.06	1.25	< 0.01
tief	10	119	51	14'336	1'396	9.7%	1.20	1.10	1.30	< 0.01
sehr tief	2	10	14	378	46	12.2%	1.54	1.12	2.10	< 0.01

Erwartet wird bei allen drei Klassen eine signifikant höhere Mortalitätsrate als bei der Klasse «hoch» («mittel» OR_E 1.09 [CI 1 - 1.19; $p < 0.05$]; «tief» OR_E 1.24 [CI 1.14 - 1.34; $p < 0.01$]; «sehr tief» OR_E 1.45 [CI 1.05 - 1.99; $p < 0.05$]).

Tabelle 14: Erwartete Mortalität Herzinfarkt, nicht verlegt

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI LL UL		P
hoch	321	455	7	13'131	1'097	8.4%	1			
mittel	122	274	14	14'528	1'316	9.1%	1.09	1.00	1.19	< 0.05
tief	10	119	51	14'336	1'454	10.1%	1.24	1.14	1.34	< 0.01
sehr tief	2	10	14	378	44	11.6%	1.45	1.05	1.99	< 0.05

4.1.3 Herzinsuffizienz

Beim Krankheitstyp «Herzinsuffizienz» wird bei den Klassen «mittel» und «tief» eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.3 [CI 1.22 - 1.39; $p < 0.01$]; «tief» OR_O 1.23 [CI 1.15 - 1.31; $p < 0.01$]). Die Klasse «sehr tief» enthält nur 310 Fälle, was 0.4 % aller behandelten Patienten entspricht. Bei «sehr tief» ist kein signifikanter Unterschied vorhanden (OR_O 0.75 [CI 0.47 - 1.22; p 0.25]).

Tabelle 15: Beobachtete Mortalität Herzinsuffizienz

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	392	757	10	25'749	1'946	7.6%	1			
mittel	188	375	17	23'416	2'252	9.6%	1.30	1.22	1.39	< 0.01
tief	12	181	67	25'413	2'319	9.1%	1.23	1.15	1.31	< 0.01
sehr tief	2	9	11	310	18	5.8%	0.75	0.47	1.22	0.25

In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet («mittel» OR_E 0.99 [CI 0.93 - 1.05; p 0.73]; «tief» OR_E 1.02 [CI 0.96 - 1.09; p 0.46]; «sehr tief» OR_E 1.13 [CI 0.77 - 1.65; p 0.54]).

Tabelle 16: Erwartete Mortalität Herzinsuffizienz

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	392	757	10	25'749	2'237	8.7%	1			
mittel	188	375	17	23'416	2'014	8.6%	0.99	0.93	1.05	0.73
tief	12	181	67	25'413	2'255	8.9%	1.02	0.96	1.09	0.46
sehr tief	2	9	11	310	30	9.7%	1.13	0.77	1.65	0.54

4.1.4 Koronargefäß-OP

Beim Krankheitstyp «Koronargefäß-OP» wird bei den Klassen «mittel» und «tief» gegenüber der Klasse «hoch» keine signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_o 0.87 [CI 0.55 - 1.38; p 0.56]; «tief» OR_o 1.16 [CI 0.79 - 1.72; p 0.45]). Die Klasse «sehr tief» enthält nur 26 Fälle eines einzelnen Spitals (entspricht 0.3 % aller behandelten Patienten).

Tabelle 17: Beobachtete Mortalität Koronargefäß-OP

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	223	277	3	3'635	48	1.3%	1			
mittel	142	200	3	2'600	30	1.2%	0.87	0.55	1.38	0.56
tief	11	118	11	3'588	55	1.5%	1.16	0.79	1.72	0.45
sehr tief*	5	5	1	26	2	7.7%	6.23	1.43	27.09	< 0.05*

* erwartete Häufigkeit ist kleiner als 5; exakter Wert nach Fisher durchgeführt

In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet («mittel» OR_E 1 [CI 0.65 - 1.55; p 1.00]; «tief» OR_E 1.01 [CI 0.68 - 1.51; p 0.95]; «sehr tief» OR_E 0 [CI 0 - 0; p 2.00 nach Fisher]).

Tabelle 18: Erwartete Mortalität Koronargefäß-OP

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	223	277	3	3'635	49	1.3%	1			
mittel	142	200	3	2'600	35	1.3%	1.00	0.65	1.55	1.00
tief	11	118	11	3'588	49	1.4%	1.01	0.68	1.51	0.95
sehr tief*	5	5	1	26	-	0.0%	0.00	0.00	0.00	2.00*

* erwartete Häufigkeit ist kleiner als 5; exakter Wert nach Fisher durchgeführt

4.1.5 Schlaganfall

Beim Krankheitstyp «Schlaganfall» wird bei der Klasse «tief» gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet (OR_O 1.19 [CI 1.12 - 1.26; $p < 0.01$]). Bei den Klassen «mittel» und «sehr tief» sind die Unterschiede nicht signifikant («mittel» OR_O 1.06 [CI 1 - 1.12; p 0.07]; «sehr tief» OR_O 1.14 [CI 0.85 - 1.52; p 0.39]). Die Klasse «sehr tief» enthält 456 Fälle, was 0.7 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 19: Beobachtete Mortalität Schlaganfall

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	637	965	6	22'935	2'333	10.2%	1			
mittel	251	631	12	23'664	2'529	10.7%	1.06	1.00	1.12	0.07
tief	10	239	60	21'857	2'596	11.9%	1.19	1.12	1.26	< 0.01
sehr tief	2	9	16	456	52	11.4%	1.14	0.85	1.52	0.39

Erwartet wird bei den Klassen «mittel» und «tief» eine signifikant höhere Mortalitätsrate als bei der Klasse «hoch» («mittel» OR_E 1.15 [CI 1.08 - 1.22; $p < 0.01$]; «tief» OR_E 1.23 [CI 1.16 - 1.31; $p < 0.01$]). Die erwartete Mortalität von «sehr tief» unterscheidet sich nicht signifikant (OR_E 1.32 [CI 1 - 1.75; p 0.05]).

Tabelle 20: Erwartete Mortalität Schlaganfall

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	637	965	6	22'935	2'243	9.8%	1			
mittel	251	631	12	23'664	2'625	11.1%	1.15	1.08	1.22	< 0.01
tief	10	239	60	21'857	2'576	11.8%	1.23	1.16	1.31	< 0.01
sehr tief	2	9	16	456	57	12.5%	1.32	1.00	1.75	0.05

4.1.6 Pneumonie

Beim Krankheitstyp «Pneumonie» wird bei der Klasse «tief» gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet (OR_O 1.12 [CI 1.03 - 1.22; $p < 0.01$]). Bei den Klassen «mittel» und «sehr tief» sind die Unterschiede nicht signifikant («mittel» OR_O 1.05 [CI 0.96 - 1.15; p 0.27]; «sehr tief» OR_O 0.99 [CI 0.54 - 1.81; p 0.97]). Die Klasse «sehr tief» enthält 243 Fälle, was 0.4 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 21: Beobachtete Mortalität Pneumonie

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	377	858	10	23'409	1'072	4.6%	1			
mittel	143	374	20	20'430	981	4.8%	1.05	0.96	1.15	0.27
tief	10	141	63	21'344	1'090	5.1%	1.12	1.03	1.22	< 0.01
sehr tief	2	9	9	243	11	4.5%	0.99	0.54	1.81	0.97

Erwartet wird bei der Klasse «mittel» eine signifikant tiefere Mortalitätsrate als bei der Klasse «hoch» (OR_E 0.91 [CI 0.83 - 0.99; $p < 0.05$]). Die erwartete Mortalität von «tief» und «sehr tief» unterscheidet sich nicht signifikant («tief» OR_E 0.98 [CI 0.9 - 1.06; p 0.59]; «sehr tief» OR_E 1.08 [CI 0.97 - 1.03; p 0.80]).

Tabelle 22: Erwartete Mortalität Pneumonie

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	377	858	10	23'409	1'169	5.0%	1			
mittel	143	374	20	20'430	930	4.6%	0.91	0.83	0.99	< 0.05
tief	10	141	63	21'344	1'042	4.9%	0.98	0.90	1.06	0.59
sehr tief	2	9	9	243	13	5.3%	1.08	0.97	1.03	0.80

4.1.7 Kolonresektion

Beim Krankheitstyp «Kolonresektion» wird bei der Klasse «mittel» gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.36 [CI 1.05 - 1.76; $p < 0.05$]). Bei den Klassen «tief» und «sehr tief» sind die Unterschiede nicht signifikant («tief» OR_O 1.24 [CI 0.95 - 1.63; p 0.11]; «sehr tief» OR_O 0.56 [CI 0.31 - 1.03; p 0.06]). Die Klasse «sehr tief» enthält 641 Fälle, was 6.4 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 23: Beobachtete Mortalität Kolonresektion

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	44	88	10	3'135	103	3.3%	1			
mittel	30	44	17	3'180	140	4.4%	1.36	1.05	1.76	< 0.05
tief	10	27	36	2'984	121	4.1%	1.24	0.95	1.63	0.11
sehr tief	3	10	22	641	12	1.9%	0.56	0.31	1.03	0.06

In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet («mittel» OR_E 0.99 [CI 0.76 - 1.28; p 0.91]; «tief» OR_E 0.98 [CI 0.75 - 1.27; p 0.88]; «sehr tief» OR_E 0.94 [CI 0.6 - 1.49; p 0.80]).

Tabelle 24: Erwartete Mortalität Kolonresektion

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	44	88	10	3'135	119	3.8%	1			
mittel	30	44	17	3'180	119	3.7%	0.99	0.76	1.28	0.91
tief	10	27	36	2'984	111	3.7%	0.98	0.75	1.27	0.88
sehr tief	3	10	22	641	23	3.6%	0.94	0.60	1.49	0.80

4.1.8 Pankreasresektion

Beim Krankheitstyp «Pankreasresektion» wird bei der Klasse «tief» gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet (OR_O 1.7 [CI 1.21 - 2.39; p < 0.01]). Bei den Klassen «mittel» und «sehr tief» sind die Unterschiede nicht signifikant («mittel» OR_O 1.29 [CI 0.9 - 1.86; p 0.16]; «sehr tief» OR_O 1.11 [CI 0.71 - 1.74; p 0.65]). Die Klasse «sehr tief» enthält 509 Fälle, was 14.2 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 25: Beobachtete Mortalität Pankreasresektion

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	48	72	4	1'124	60	5.3%	1			
mittel	26	44	6	956	65	6.8%	1.29	0.90	1.86	0.16
tief	11	23	12	1'005	88	8.8%	1.70	1.21	2.39	< 0.01
sehr tief	2	9	19	509	30	5.9%	1.11	0.71	1.74	0.65

In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet («mittel» OR_E 1.02 [CI 0.72 - 1.44; p 0.93]; «tief» OR_E 1.08 [CI 0.77 - 1.51; p 0.67]; «sehr tief» OR_E 1.1 [CI 0.72 - 1.66; p 0.66]).

Tabelle 26: Erwartete Mortalität Pankreasresektion

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	48	72	4	1'124	73	6.5%	1			
mittel	26	44	6	956	63	6.6%	1.02	0.72	1.44	0.93
tief	11	23	12	1'005	70	7.0%	1.08	0.77	1.51	0.67
sehr tief	2	9	19	509	36	7.1%	1.10	0.72	1.66	0.66

4.1.9 Aortenaneurysma rupturiert

Beim Krankheitstyp «Aortenaneurysma rupturiert» wird bei allen drei Klassen eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 2.03 [CI 1.55 - 2.65; $p < 0.01$]; «tief» OR_O 3.01 [CI 2.28 - 3.98; $p < 0.01$]; «sehr tief» OR_O 2.23 [CI 1.74 - 2.86; $p < 0.01$]). Die Klasse «sehr tief» enthält nur 756 Fälle, was 34.8 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 27: Beobachtete Mortalität Aortenaneurysma rupturiert

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	46	51	2	485	127	26.2%	1			
mittel	19	22	5	514	215	41.8%	2.03	1.55	2.65	< 0.01
tief	10	16	7	418	216	51.7%	3.01	2.28	3.98	< 0.01
sehr tief	2	9	33	756	334	44.2%	2.23	1.74	2.86	< 0.01

Erwartet wird bei den Klassen «tief» und «sehr tief» eine signifikant höhere Mortalitätsrate als bei der Klasse «hoch» («tief» OR_E 1.43 [CI 1.1 - 1.87; $p < 0.01$]; «sehr tief» OR_E 1.33 [CI 1.06 - 1.69; $p < 0.05$]). Die erwartete Mortalität von «mittel» unterscheidet sich nicht signifikant (OR_E 1.14 [CI 0.88 - 1.47; p 0.32]).

Tabelle 28: Erwartete Mortalität Aortenaneurysma rupturiert

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	46	51	2	485	173	35.7%	1			
mittel	19	22	5	514	199	38.7%	1.14	0.88	1.47	0.32
tief	10	16	7	418	185	44.3%	1.43	1.10	1.87	< 0.01
sehr tief	2	9	33	756	322	42.5%	1.33	1.06	1.69	< 0.05

4.1.10 Hüft-Endoprothese

Beim Krankheitstyp «Hüft-Endoprothese» werden gegenüber der Klasse «hoch» keine signifikanten Unterschiede bei der Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 0.88 [CI 0.62 - 1.27; p 0.50]; «tief» OR_O 0.96 [CI 0.67 - 1.36; p 0.81]; «sehr tief» OR_O 1 [CI 1 - 1; p 1.00 nach Fisher]). Die Klasse «sehr tief» enthält 119 Fälle, was 0.1 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 29: Beobachtete Mortalität Hüft-Endoprothese

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI LL UL		P
hoch	318	710	13	29'449	65	0.2%	1			
mittel	150	307	27	28'207	55	0.2%	0.88	0.62	1.27	0.50
tief	11	148	71	28'380	60	0.2%	0.96	0.67	1.36	0.81
sehr tief	4	10	4	119	- *	0.0%	1.00	1.00	1.00	1.00*

* erwartete Häufigkeit ist kleiner als 5; exakter Wert nach Fisher durchgeführt

In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet («mittel» OR_E 1.04 [CI 0.74 - 1.48; p 0.81]; «tief» OR_E 0.96 [CI 0.67 - 1.37; p 0.80]; «sehr tief» OR_E 0 [CI 0 - 0; p 1.00 nach Fisher]).

Tabelle 30: Erwartete Mortalität Hüft-Endoprothese

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI LL UL		P
hoch	318	710	13	29'449	63	0.2%	1			
mittel	150	307	27	28'207	63	0.2%	1.04	0.74	1.48	0.81
tief	11	148	71	28'380	58	0.2%	0.96	0.67	1.37	0.80
sehr tief	4	10	4	119	- *	0.0%	0.00	0.00	0.00	1.00*

* erwartete Häufigkeit ist kleiner als 5; exakter Wert nach Fisher durchgeführt

4.1.11 Hüft-TEP-Wechsel

Beim Krankheitstyp «Hüft-TEP-Wechsel» wird bei der Klasse «mittel» gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.64 [CI 1.06 - 2.53; $p < 0.05$]). Bei den Klassen «tief» und «sehr tief» sind die Unterschiede nicht signifikant («tief» OR_O 1.33 [CI 0.84 - 2.09; p 0.22]; «sehr tief» OR_O 1.39 [CI 0.73 - 2.64; p 0.32]). Die Klasse «sehr tief» enthält 119 Fälle, was 0.1 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 31: Beobachtete Mortalität Hüft-TEP-Wechsel

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	61	172	8	3'478	33	0.9%	1			
mittel	26	60	18	3'492	54	1.5%	1.64	1.06	2.53	< 0.05
tief	10	25	42	3'424	43	1.3%	1.33	0.84	2.09	0.22
sehr tief	2	10	36	992	13	1.3%	1.39	0.73	2.64	0.32

In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet («mittel» OR_E 1.29 [CI 0.84 - 1.97; p 0.24]; «tief» OR_E 1.23 [CI 0.8 - 1.9; p 0.34]; «sehr tief» OR_E 0.55 [CI 0.23 - 1.31; p 0.17]).

Tabelle 32: Erwartete Mortalität Hüft-TEP-Wechsel

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	61	172	8	3'478	38	1.1%	1			
mittel	26	60	18	3'492	49	1.4%	1.29	0.84	1.97	0.24
tief	10	25	42	3'424	46	1.3%	1.23	0.80	1.90	0.34
sehr tief	2	10	36	992	6	0.6%	0.55	0.23	1.31	0.17

4.1.12 Schenkelhalsfraktur

Beim Krankheitstyp «Schenkelhalsfraktur» wird bei den Klassen «mittel» und «sehr tief» eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant andere Mortalitätsrate beobachtet. Während «mittel» eine signifikant höhere Rate aufweist («mittel» OR_O 1.23 [CI 1.07 - 1.41; $p < 0.01$]) ist diese bei «sehr tief» signifikant tiefer (OR_O 0.38 [CI 0.2 - 0.74; $p < 0.01$]). Die Klasse «sehr tief» enthält 586 Fälle, was 2.0 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 33: Beobachtete Mortalität Schenkelhalsfraktur

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	154	295	10	9'982	393	3.9%	1			
mittel	70	152	18	9'301	447	4.8%	1.23	1.07	1.41	< 0.01
tief	10	66	57	9'253	366	4.0%	1.00	0.87	1.16	0.95
sehr tief	2	10	22	586	9	1.5%	0.38	0.20	0.74	< 0.01

In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet («mittel» OR_E 1.01 [CI 0.88 - 1.16; p 0.91]; «tief» OR_E 0.92 [CI 0.92 - 0.92; p 0.28]; «sehr tief» OR_E 0.75 [CI 0.47 - 1.19; p 0.22]).

Tabelle 34: Erwartete Mortalität Schenkelhalsfraktur

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	154	295	10	9'982	428	4.3%	1			
mittel	70	152	18	9'301	402	4.3%	1.01	0.88	1.16	0.91
tief	10	66	57	9'253	368	4.0%	0.92	0.92	0.92	0.28
sehr tief	2	10	22	586	19	3.2%	0.75	0.47	1.19	0.22

4.1.13 Sepsis

Beim Krankheitstyp «Sepsis» wird bei den Klassen «tief» und «sehr tief» eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant tiefere Mortalitätsrate beobachtet («tief» OR_O 0.93 [CI 0.88 - 0.99; $p < 0.05$]; «sehr tief» OR_O 0.55 [CI 0.4 - 0.76; $p < 0.01$]). Bei «mittel» ist kein signifikanter Unterschied vorhanden (OR_O 1.03 [CI 0.97 - 1.09; p 0.39]). Die Klasse «sehr tief» enthält nur 467 Fälle, was 0.9 % aller behandelten Patienten entspricht.

Tabelle 35: Beobachtete Mortalität Sepsis

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	284	514	9	17'247	2'681	15.5%	1			
mittel	144	280	17	17'807	2'828	15.9%	1.03	0.97	1.09	0.39
tief	10	136	57	17'260	2'531	14.7%	0.93	0.88	0.99	< 0.05
sehr tief	2	9	18	467	43	9.2%	0.55	0.40	0.76	< 0.01

In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet «mittel» OR_E 0.99 [CI 0.94 - 1.05; p 0.78]; «tief» OR_E 1.12 [CI 1.09 - 1.15; p 0.22]; «sehr tief» OR_E 1.07 [CI 0.83 - 1.37; p 0.60]).

Tabelle 36: Erwartete Mortalität Sepsis

Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Spitäler	Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
								LL	UL	
hoch	284	514	9	17'247	2'616	15.2%	1			
mittel	144	280	17	17'807	2'682	15.1%	0.99	0.94	1.05	0.78
tief	10	136	57	17'260	2'700	15.6%	1.12	1.09	1.15	0.22
sehr tief	2	9	18	467	75	16.1%	1.07	0.83	1.37	0.60

4.2 Unterschiede beobachtete / erwartete Mortalität

Hier wird das Resultat der in Kapitel 3.5.6 beschriebenen Berechnung des SMR aufgezeigt. Zu welcher Gruppe die einzelnen Spitäler in einem Krankheitstyp gehören, ist in Anhang B ersichtlich.

	Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Anzahl Spitäler	Anzahl Fälle	Beobachtete Mortalität		Erwartete Mortalität		SMR	95% CI	
											LL	UL
Herzinfarkt	hoch	549	1'089	7	25'548	1'338	5.2%	1'342	5.3%	1.00	0.95	1.05
	mittel	267	505	13	25'011	1'569	6.3%	1'524	6.1%	1.03	0.98	1.08
	tief	10	249	63	26'219	1'670	6.4%	1'710	6.5%	0.98	0.93	1.03
	sehr tief	2	8	11	269	24	8.9%	19	7.1%	1.26	0.75	1.77
Herzinfarkt (nicht verlegt)	hoch	321	455	7	13'131	1'087	8.3%	1'097	8.4%	0.99	0.93	1.05
	mittel	122	274	14	14'528	1'371	9.4%	1'316	9.1%	1.04	0.98	1.10
	tief	10	119	51	14'336	1'396	9.7%	1'454	10.1%	0.96	0.91	1.01
	sehr tief	2	10	14	378	46	12.2%	44	11.6%	1.05	0.75	1.35
Herzinsuffizienz	hoch	392	757	10	25'749	1'946	7.6%	2'237	8.7%	0.87	0.83	0.91
	mittel	188	375	17	23'416	2'252	9.6%	2'014	8.6%	1.12	1.07	1.17
	tief	12	181	67	25'413	2'319	9.1%	2'255	8.9%	1.03	0.99	1.07
	sehr tief	2	9	11	310	18	5.8%	30	9.7%	0.60	0.32	0.88
Koronargefäss-OP	hoch	223	277	3	3'635	48	1.3%	49	1.3%	0.98	0.70	1.26
	mittel	142	200	3	2'600	30	1.2%	35	1.3%	0.86	0.55	1.17
	tief	11	118	11	3'588	55	1.5%	49	1.4%	1.12	0.82	1.42
	sehr tief	5	5	1	26	2	7.7%	-	0.0%	-	-	-
Schlaganfall	hoch	637	965	6	22'935	2'333	10.2%	2'243	9.8%	1.04	1.00	1.08
	mittel	251	631	12	23'664	2'529	10.7%	2'625	11.1%	0.96	0.92	1.00
	tief	10	239	60	21'857	2'596	11.9%	2'576	11.8%	1.01	0.97	1.05
	sehr tief	2	9	16	456	52	11.4%	57	12.5%	0.91	0.66	1.16
Pneumonie	hoch	377	858	10	23'409	1'072	4.6%	1'169	5.0%	0.92	0.87	0.97
	mittel	143	374	20	20'430	981	4.8%	930	4.6%	1.05	0.98	1.12
	tief	10	141	63	21'344	1'090	5.1%	1'042	4.9%	1.05	0.99	1.11
	sehr tief	2	9	9	243	11	4.5%	13	5.3%	0.85	0.35	1.35
Kolonresektion	hoch	44	88	10	3'135	103	3.3%	119	3.8%	0.87	0.70	1.04
	mittel	30	44	17	3'180	140	4.4%	119	3.7%	1.18	0.99	1.37
	tief	10	27	36	2'984	121	4.1%	111	3.7%	1.09	0.90	1.28
	sehr tief	3	10	22	641	12	1.9%	23	3.6%	0.52	0.22	0.82

Pankreasresektion	hoch	48	72	4	1'124	60	5.3%	73	6.5%	0.82	0.61	1.03
	mittel	26	44	6	956	65	6.8%	63	6.6%	1.03	0.78	1.28
	tief	11	23	12	1'005	88	8.8%	70	7.0%	1.26	1.00	1.52
	sehr tief	2	9	19	509	30	5.9%	36	7.1%	0.83	0.53	1.13
Aortenaneurysma rupturiert	hoch	46	51	2	485	127	26.2%	173	35.7%	0.73	0.60	0.86
	mittel	19	22	5	514	215	41.8%	199	38.7%	1.08	0.94	1.22
	tief	10	16	7	418	216	51.7%	185	44.3%	1.17	1.01	1.33
	sehr tief	2	9	33	756	334	44.2%	322	42.5%	1.04	0.93	1.15
Hüft-Endopro- these	hoch	318	710	13	29'449	65	0.2%	63	0.2%	1.03	0.78	1.28
	mittel	150	307	27	28'207	55	0.2%	63	0.2%	0.87	0.64	1.10
	tief	11	148	71	28'380	60	0.2%	58	0.2%	1.03	0.77	1.29
	sehr tief	4	10	4	119	-	0.0%	-	0.0%	-	-	-
Hüft-TEP-Wechsel	hoch	61	172	8	3'478	33	0.9%	38	1.1%	0.87	0.57	1.17
	mittel	26	60	18	3'492	54	1.5%	49	1.4%	1.10	0.81	1.39
	tief	10	25	42	3'424	43	1.3%	46	1.3%	0.93	0.65	1.21
	sehr tief	2	10	36	992	13	1.3%	6	0.6%	2.17	0.99	3.35
Schenkelhalsfrak- tur	hoch	154	295	10	9'982	393	3.9%	428	4.3%	0.92	0.83	1.01
	mittel	70	152	18	9'301	447	4.8%	402	4.3%	1.11	1.01	1.21
	tief	10	66	57	9'253	366	4.0%	368	4.0%	0.99	0.89	1.09
	sehr tief	2	10	22	586	9	1.5%	19	3.2%	0.47	0.16	0.78
Sepsis	hoch	284	514	9	17'247	2'681	15.5%	2'616	15.2%	1.02	0.98	1.06
	mittel	144	280	17	17'807	2'828	15.9%	2'682	15.1%	1.05	1.01	1.09
	tief	10	136	57	17'260	2'531	14.7%	2'700	15.6%	0.94	0.90	0.98
	sehr tief	2	9	18	467	43	9.2%	75	16.1%	0.57	0.40	0.74

Tabelle 37: SMR pro Gruppe und Krankheitstyp

4.3 Einfluss von Faktoren

Hier werden die Resultate der in Kapitel 3.5.7 durchgeführten Regressionsanalysen aufgezeigt.

4.3.1 Kolonresektion

Das Regressionsmodell «Kolonresektion» ist signifikant ($F(3,59) = 9.111$, $p = .000$) und weist ein R-Quadrat von 31.7 % auf. Das korrigierte R-Quadrat beträgt 28.2%. Damit hat das Modell eine grosse Effektstärke (Cohen & Cohen, 2003; Laerd Statistics, 2016b). Sowohl «erwartete Mortalität» ($\beta = 0.277$, $p = 0.013$), «Austritte» ($\beta = 0.771$, $p < 0.01$) wie auch «Fallzahl» ($\beta = -0.677$, $p < 0.01$) sind signifikant.

Tabelle 38: Modellzusammenfassung Kolonresektion

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Durbin-Watson-Statistik
1	.563b	0.317	0.282	1.92938	1.780
a. Krankheitstyp = Kolonresektion b. Einflußvariablen : (Konstante), Erwartete Mortalität in %, Austritte, Fallzahl Krankheitsbild / Eingriff c. Abhängige Variable: Mortalität in %					

Tabelle 39: ANOVA Kolonresektion

Modell	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
1					
Regression	101.750	3	33.917	9.111	.000c
Nicht standardisierte Residuen	219.627	59	3.722		
Gesamt	321.377	62			
a. Krankheitstyp = Kolonresektion b. Abhängige Variable: Mortalität in % c. Einflußvariablen : (Konstante), Erwartete Mortalität in %, Austritte, Fallzahl Krankheitsbild / Eingriff					

Tabelle 40: Koeffizienten Kolonresektion

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten Beta	T	Sig.	95.0% Konfidenzintervalle für B	
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler				Untergrenze	Obergrenze
1	(Konstante)	-1.020	1.992		-0.512	0.610	-5.005	2.965
	Fallzahl Krankheitsbild / Eingriff	-0.016	0.004	-0.677	-4.070	0.000	-0.025	-0.008
	Austritte	0.000149	0.000	0.771	4.649	0.000	0.000	0.000
	Erwartete Mortalität in %	1.336	0.523	0.277	2.557	0.013	0.290	2.382
a. Krankheitstyp = Kolonresektion b. Abhängige Variable: Mortalität in %								

4.3.2 Sepsis

Das Regressionsmodell «Sepsis» ist signifikant ($F(2,80) = 4.82, p .011$) und weist ein R-Quadrat von 10.8 % auf (vgl. Tabelle 41). Das korrigierte R-Quadrat beträgt 8.5%. Damit hat das Modell eine kleine Effektstärke (Cohen & Cohen, 2003; Laerd Statistics, 2016b). Heteroskedastizität wird vermutet (vgl. 3.5.7.4).

Tabelle 41: Modellzusammenfassung Sepsis

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Durbin-Watson-Statistik
1	.328 ^b	0.108	0.085	4.20445	2.230
a. Krankheitstyp = Sepsis b. Einflußvariablen : (Konstante), Erwartete Mortalität in %, Austritte c. Abhängige Variable: Mortalität in %					

Tabelle 42: ANOVA Sepsis

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
1	Regression	170.392	2	85.196	4.820	.011 ^c
	Nicht standardisierte Residuen	1414.190	80	17.677		
	Gesamt	1584.583	82			
a. Krankheitstyp = Sepsis b. Abhängige Variable: Mortalität in % c. Einflußvariablen : (Konstante), Erwartete Mortalität in %, Austritte						

Nur «Austritte» ist signifikant ($\beta = 0.343, p < 0.05$). Im Modell berücksichtigt, aber nicht signifikant ist die «erwartete Mortalität» ($\beta = 0.054, p = 0.631$). «Fallzahl» ist im Modell nicht berücksichtigt.

Tabelle 43: Koeffizienten Sepsis

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten Beta	T	Sig.	95.0% Konfidenzintervalle für B	
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler				Untergrenze	Obergrenze
1	(Konstante)	8.923	8.463		1.054	0.295	-7.919	25.765
	Austritte	0.00012969	0.000	0.343	3.041	0.003	0.000	0.000
	Erwartete Mortalität in %	0.257	0.533	0.054	0.482	0.631	-0.803	1.317
a. Krankheitstyp = Sepsis b. Abhängige Variable: Mortalität in %								

4.3.3 Übrige Krankheitstypen

Bei «Herzinfarkt», «Herzinfarkt, nicht verlegt», «Herzinsuffizienz», «Kolonresektion», «Aortenaneurysma rupturiert», «Hüft-Endoprothese», «Hüft-TEP-Wechsel» und «Schenkelhalsfraktur» sind keine Faktoren ausser der erwarteten Mortalität signifikant. Daher werden die Modelle nicht weiterverfolgt.

Bei «Koronargefäss-OP», «Schlaganfall», «Pneumonie» und «Pankreasresektion» sind keine Faktoren signifikant respektive kann kein Modell gefunden werden.

Die Resultate werden in Kapitel 5.2 diskutiert.

4.4 Übersicht Resultate

Tabelle 44 bietet eine Übersicht der Resultate von den Forschungsfragen A und B. Signifikante Unterschiede sind mit « + + + » und « - - - » gekennzeichnet. Im Anschluss an die Tabelle befindet sich eine Legende / Interpretationshilfe.

	Hypothese	sehr tief	tief	mittel	hoch
Herzinfarkt	A1: beobachtete Mortalität	- - -	- - -	- - -	
	A2: erwartete Mortalität	-	- - -	- - -	
	B1: SMR	-	+	-	+
Herzinfarkt (nicht verlegt)	A1: beobachtete Mortalität	- - -	- - -	- - -	
	A2: erwartete Mortalität	- - -	- - -	- - -	
	B1: SMR	-	+	-	+
Herzinsuffizienz	A1: beobachtete Mortalität	+	- - -	- - -	
	A2: erwartete Mortalität	-	-	+	
	B1: SMR	+ + +	-	- - -	+ + +
Koronar gefäß-OP	A1: beobachtete Mortalität	- - -	-	+	
	A2: erwartete Mortalität	+	-	+	
	B1: SMR		-	+	+
Schlaganfall	A1: beobachtete Mortalität	-	- - -	-	
	A2: erwartete Mortalität	-	- - -	- - -	
	B1: SMR	+	-	+	-
Pneumonie	A1: beobachtete Mortalität	+	- - -	-	
	A2: erwartete Mortalität	-	+	+ + +	
	B1: SMR	+	-	-	+ + +
Kolon- resektion	A1: beobachtete Mortalität	+	-	- - -	
	A2: erwartete Mortalität	+	+	+	
	B1: SMR	+ + +	-	-	+
Pankreas- resektion	A1: beobachtete Mortalität	-	- - -	-	
	A2: erwartete Mortalität	-	-	-	
	B1: SMR	+	-	-	+
Aortenaneu- rysma ruptu- riert	A1: beobachtete Mortalität	- - -	- - -	- - -	
	A2: erwartete Mortalität	- - -	- - -	-	
	B1: SMR	-	- - -	-	+ + +

	Hypothese	sehr tief	tief	mittel	hoch
Hüft-Endo- prothese	A1: beobachtete Mortalität	-	+	+	
	A2: erwartete Mortalität	+	+	-	
	B1: SMR		-	+	-
Hüft-TEP- Wechsel	A1: beobachtete Mortalität	-	-	---	
	A2: erwartete Mortalität	+	-	-	
	B1: SMR	-	+	-	+
Schenkelhals- fraktur	A1: beobachtete Mortalität	+++	-	---	
	A2: erwartete Mortalität	+	+	-	
	B1: SMR	+++	+	---	+
Sepsis	A1: beobachtete Mortalität	+++	+++	-	
	A2: erwartete Mortalität	-	-	+	
	B1: SMR	+++	+++	---	-

Tabelle 44: Übersicht Resultate

Legende zu Tabelle 44:

	A1	A2	B1
	Die beobachtete Mortalität ist...	Die erwartete Mortalität ist ...	Die beobachtete Mortalität ist...
+++	signifikant tiefer	signifikant tiefer	signifikant tiefer
+	tiefer	tiefer	tiefer
-	höher	höher	höher
---	signifikant höher	signifikant höher	signifikant höher
	... als die beobachtete Mortalität in der Klasse «hoch»	... als die erwartete Mortalität in der Klasse «hoch»	... als die erwartete Morta- lität (in derselben Klasse)

Bei der erwarteten Mortalität (Hypothese A2) gibt es kein «gut» und «schlecht». Daher wird auf eine Hinterlegung mit Farbe verzichtet.

4.5 Gütekriterien

Bei empirischen Untersuchungen stellt sich die Frage nach der Qualität des Messvorgangs. Zu prüfen ist, inwieweit zuverlässige (reliable) und gültige (valide) Ergebnisse geliefert werden (Atteslander et al., 2010, p. 296). Um den Grad der Wissenschaftlichkeit und der Qualität feststellen zu können, gibt es Gütekriterien (Albers, Klapper, Konradt, Walter, & Wolf, 2009, p. 375; Bachmann et al., 2008, p. 37).

4.5.1 Objektivität

Wenn andere Personen die Messung unabhängig durchführen und zu denselben Messergebnissen gelangen, spricht man von objektiven Messergebnissen (Albers et al., 2009, p. 485).

Die in dieser Arbeit verwendeten Fallzahlen des Krankheitstyps, der Mortalität, der erwarteten Mortalität und Fallzahlen des gesamten Spitals sowie Betriebstypen sind allesamt gegeben. Es besteht daher nicht die Gefahr, dass Werte durch unterschiedliche Personen anders interpretiert werden. Dank klar definierten statistischen Tests ist die Wahrscheinlichkeit zudem hoch, dass andere Tester die Durchführung gleich vornehmen. Daher liegt Objektivität vor, das Ergebnis wird sich kaum unterscheiden (Albers et al., 2009, p. 485; Bachmann et al., 2008, p. 37).

4.5.2 Reliabilität

Die Reliabilität beschreibt die Zuverlässigkeit einer Messung. Die Messung der Mortalität, Fallzahlen, usw. ist reliabel. Im Gegensatz zu anderen Kriterien ist die Mortalität eindeutig.

Wird die Messung erneut durchgeführt und korrelieren die Daten, liegt Wiederholungsreliabilität vor (Albers et al., 2009, p. 487). Diese scheint nur bedingt gegeben. So variieren die Mortalitätsraten insbesondere von kleinen Spitälern teils stark. Beispielsweise hat das Spital Affoltern beim Krankheitstyp Schlaganfall in den Jahren 2009 bis 2013 eine Mortalität von 16.5 %, 2014 jedoch nur 4.8 % (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 763). Unklar scheint zudem, ob Volumeneffekte über die Zeit konstant bleiben. Möglich ist, dass generell etablierte Behandlungen mit der Zeit auch bei tieferen Fallzahlen dasselbe Qualitätsniveau erreichen (Sowden et al., 1995, p. 151).

4.5.3 Validität

Die Validitätsprüfung gibt an, ob wirklich das gemessen wird, was gemessen werden soll. Dazu sind neben einem zufälligen Fehler auch systematische auszuschliessen. Damit ist Reliabilität eine Voraussetzung für Validität, aber Reliabilität alleine ergibt keine Validität (Albers et al., 2009, p. 491; Atteslander et al., 2010, p. 296; Bachmann et al., 2008, p. 38).

4.5.3.1 Interne Validität

Entscheidend bei der Durchführung ist, dass die zu vergleichenden Gruppen hinsichtlich Confounder vergleichbar sind (Bachmann et al., 2008, p. 18ff). Somit müssten, um eine hohe interne Validität zu erreichen, die Patienten per Zufall den Spitälern zugeteilt werden. Damit wäre kein Einfluss unterschiedlicher Patienten (vgl. Kapitel 2.2.4.3) vorhanden. Weiter könnte verhindert werden, dass Patienten an Spitäler mit hoher Qualität überwiesen werden, was die Fallzahlen der Spitäler mit hoher Qualität steigern würde (vgl. Hypothese «selective referral» von Luft et al. in Kapitel 2.3.1). Eine experimentelle Studie scheint jedoch unmöglich (Chowdhury et al., 2007, p. 145). Unzählige Faktoren, auch in Kapitel 2.2.4 nicht aufgeführte, können die Resultate beeinflussen.

4.5.3.2 Externe Validität

Da in der Auswertung die tatsächlichen Daten von sämtlichen Schweizer Akutspitälern berücksichtigt werden, scheint die externe Validität gegeben.

5 Diskussion der Resultate

In der Diskussion werden die Resultate aufgrund der Erkenntnisse aus den vorangehenden Kapiteln systematisiert und gewürdigt. Dabei werden die theoretischen Grundlagen zu den Forschungsfragen berücksichtigt und mit den Resultaten verknüpft.

5.1 Interpretation der Resultate einzelner Krankheitstypen

Dieses Unterkapitel interpretiert die Resultate der Forschungsfragen A und B je Krankheitstyp und vergleicht diese mit den Erkenntnissen aus der Literatursuche.

5.1.1 Herzinfarkt

In Dänemark wurde eine signifikant tiefere Mortalität in grossen Spitälern beobachtet (OR 0.80 [CI 0.67 – 0.96]) (Rasmussen et al., 2005). Bei über 700'000 Patienten in 4128 Spitälern in den USA wurde eine tiefere Mortalität bei höheren Patientenzahlen bestätigt (OR 0.89 [CI 0.88 – 0.90; $p < 0.001$]) (Ross et al., 2010). Weitere Studien in anderen Ländern bestätigen diese Beobachtung und die Grössenordnung des Volumeneffekts (Thiemann, Coresh, Oetgen, & Powe, 1999; Tu, Austin, & Chan, 2001). Patienten mit Verdacht auf einen Herzinfarkt werden typischerweise vom Rettungsdienst in das nächstgelegene Spital gefahren. Ein allfälliges Potential, wenn solche Patienten in ein grösseres Spital, auch wenn dieses weiter entfernt liegt, gefahren würden, ist unklar (Thiemann et al., 1999). Ross et al. (2010, p. 1110) beschreiben eine Schwelle bei 610 Fällen pro Jahr. Durch zusätzliche Patienten war kein weiterer Volumeneffekt mehr feststellbar.

Die in der Schweiz beobachteten Mortalitätsraten stimmen mit den Studien überein: so hat die Gruppe «tief» (weniger als 250 Fälle pro Jahr) eine um 23% höhere Mortalitätsrate als die Gruppe «hoch» mit über 550 Fällen pro Jahr (OR 1.23 [CI 1.14 - 1.33; $p < 0.01$]). Jedoch ist in der Schweiz die erwartete Mortalität in mittleren und kleinen Spitälern höher als bei grossen Spitälern. In «mittleren» ist die beobachtete leicht über der erwarteten Mortalität (SMR 1.03 [CI 0.98 – 1.08]). In kleinen Spitälern wird die erwartete Mortalität minimal unterboten (SMR 0.98 [CI 0.93 – 1.03]). Wird die erwartete Mortalität berücksichtigt, lässt sich die höher beobachtete Mortalitätsrate in kleineren und mittleren Spitälern grösstenteils erklären.

Unter Berücksichtigung der erwarteten Mortalität bestehen in der Schweiz im Gegensatz zu den Studien kaum Unterschiede zwischen grossen und «mittleren» und «tiefen» Spitälern. Eine mögliche Erklärung ist die unterschiedliche Risikoadjustierung: Im Gegensatz zur erwarteten Mortalität in der Schweiz sind die Patienten in Dänemark in den grösseren Spitälern offenbar morbider. Entweder ist die Verteilung der Patienten in den Ländern tatsächlich anders oder die Differenz basiert auf der unterschiedlichen Risikoadjustierung. So berücksichtigen Rasmussen et al. (2005,

p. 973) die Vorerkrankungen und weitere Faktoren der Patienten, während in der Schweiz nur Alter und Geschlecht berücksichtigt wird.

Die beobachtete Mortalität in der Schweiz stimmt mit den Studien (welche risikoadjustiert sind) überein. Wird jedoch die erwartete Mortalität in der Schweiz mitberücksichtigt, so ergibt sich ein Widerspruch: entweder sind in der Schweiz tatsächlich die «gesunden» Herzinfarktpatienten in grossen Spitälern häufiger vertreten (im Ausland genau umgekehrt) oder die unterschiedliche Risikoadjustierung verzerrt die Resultate.

5.1.2 Herzinfarkt, nicht verlegt

Während beim «Herzinfarkt» alle Fälle von Patienten über 19 Jahre mit einem Herzinfarkt untersucht werden, sind beim Krankheitstyp «Herzinfarkt, nicht verlegt» nur Direktaufnahmen, welche nicht weiter verlegt wurden, berücksichtigt (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 79). Damit werden bei diesen Daten keine Spitäler mit verlegten «schweren Fällen» be- und entlastet.

Wie beim «Herzinfarkt» wird auch beim Typ «Herzinfarkt, nicht verlegt» bei allen drei Klassen eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.15 [CI 1.06 - 1.25; $p < 0.01$]; «tief» OR_O 1.20 [CI 1.10 - 1.30; $p < 0.01$]; «sehr tief» OR_O 1.54 [CI 1.12 - 2.10; $p < 0.01$]). Erwartet wird bei allen drei Klassen eine signifikant höhere Mortalitätsrate als bei der Klasse «hoch» (vgl. Tabelle 14). Kein SMR zeigt signifikante Unterschiede auf (vgl. Tabelle 37). «Herzinfarkt, nicht verlegt» bietet insgesamt ein ähnliches Bild wie «Herzinfarkt».

5.1.3 Herzinsuffizienz

In einer Studie in den USA wurden bei über 1.3 Millionen Patienten in 4679 Spitälern in den Jahren 2004 bis 2006 eine tiefere Mortalität aufgrund höherer Patientenzahlen bestätigt (OR 0.91 [CI 0.90 – 0.92; $p < 0.001$]). Oberhalb einer Schwelle von 500 Patienten pro Jahr trat jedoch durch zusätzliche Fälle keine tiefere Mortalität mehr auf (Ross et al., 2010, p. 1110). Eine weitere Studie, ebenfalls in den USA durchgeführt, bestätigt mit über 1 Million Herzinsuffizienz-Patienten in den Jahren 2006 und 2007, dass die Mortalität in kleinen Spitälern höher ist. Als eine der wenigen Studien untersuchten sie zudem die Kosten. Diese lagen in grossen Spitälern höher (Joynt, Orav, & Jha, 2011).

In der Schweiz wird bei den Klassen «mittel» und «tief» eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.30 [CI 1.22 - 1.39; $p < 0.01$]; «tief» OR_O 1.23 [CI 1.15 - 1.31; $p < 0.01$]). Da in keiner der Klassen eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet wird, fallen unterschiedliche Patienten als mögliche Erklärung für die höheren Mortalitätsraten weg (vgl. Tabelle 16).

Die Klasse «hoch» weist eine signifikant bessere Mortalitätsrate auf, als erwartet (SMR 0.87 [CI 0.83 - 0.91]. «Mittel» hat signifikant mehr Todesfälle als erwartet (SMR 1.12 [CI 1.07 - 1.17]). «Tief» verzeichnet, nicht signifikant, ebenfalls mehr Todesfälle als erwartet.

Bei der Klasse «sehr tief» mit nur 310 Fällen (0.4 %) ist kein signifikanter Unterschied bei der beobachteten Mortalität gegenüber «hoch» vorhanden (OR₀ 0.75 [CI 0.47 - 1.22; p 0.25]). Die Klasse weist jedoch eine signifikant bessere Mortalitätsrate als erwartet auf (SMR 0.6 [CI 0.32 - 0.88]).

Berücksichtigt man die «sehr tiefen» nicht, so stimmen die Resultate in der Grössenordnung mit der Literatur überein.

5.1.4 Koronargefäss-OP

Der Krankheitstyp «Koronargefäss-OP» enthält verschiedene Eingriffe an den Koronargefässen (Bundesamt für Gesundheit, 2016, p. 171). In den Studien werden jedoch meist konkretere Eingriffe untersucht, weshalb ein direkter Vergleich der Mortalitätszahlen schwierig ist.

Nur 18 Spitäler haben in der Schweiz Koronareingriffe durchgeführt. Weder die Klasse «mittel» (3 Spitäler) noch die Klasse «tief» (11 Spitäler) unterscheidet sich signifikant von den grossen drei Spitälern («mittel» OR₀ 0.87 [CI 0.55 - 1.38; p 0.56]; «tief» OR₀ 1.16 [CI 0.79 - 1.72; p 0.45]). Wenn auch nicht signifikant, scheinen die «mittleren» Spitäler tendenziell eine tiefere und diejenigen mit «tiefen» Fallzahlen eine höhere Mortalitätsrate zu haben. Der einzige Vertreter in der Klasse «sehr tief», das Lindenhofspital (vgl. Anhang B), fällt durch die im Vergleich sehr hohe Mortalitätsrate auf (OR₀ 6.23 [CI 1.43 - 27.09; p < 0.05 nach Fisher]).

In keiner der drei Klassen wird eine signifikant andere Mortalitätsrate als bei «hoch» erwartet (vgl. Tabelle 18). Die SMR für «hoch» (0.98 [CI 0.70 - 1.26]), «mittel» 0.86 [CI 0.55 - 1.17] und «tief» (SMR 1.12 [CI 0.82 - 1.42]) sind nicht signifikant. Für «sehr tief» kann kein SMR berechnet werden: erwartet wurden keine Todesfälle, das Lindenhofspital hatte jedoch zwei (Division durch Null).

Bei Koronararterien-Bypass-Operationen wird in kleinen Spitälern mit weniger als 500 Fällen pro Jahr [sic!] gegenüber den grossen ein OR 1.39 [CI 1.16 – 1.67] (Dudley et al., 2000, p. 1162) beobachtet. Eine Meta-Analyse von sieben Studien ergab bei Koronararterien-Bypass-Operationen einen OR von 0.85 für grosse Spitäler gegenüber kleinen [CI 0.79 – 0.92] (Post, Kuijpers, Ebels, & Zijlstra, 2010). In den untersuchten Studien waren die Grenzen zwischen tiefen und hohen Volumen 218, 200, 300, 450, 450, 500 und 550 Fälle. Auch in einer US-Studie wurden Spitäler mit weniger als 230 Koronararterien-Bypass-Operationen pro Jahr als «sehr tief» klas-

siert (Birkmeyer et al., 2002, p. 1134). Berücksichtigt man, dass im Krankheitsbild «Koronargefäss-OP» diverse Eingriffe zusammengefasst werden, dürften nur einige wenige Spitäler in der Schweiz als «grosse» zählen.

Gemäss Dimick et al. (2004) sind in den USA Koronararterien-Bypass-Operationen der einzige Eingriff, welcher in den Spitälern in genügend hoher Anzahl durchgeführt wird, um Mortalitätsraten als statistisch zuverlässigen Indikator zu verwenden. So erreichen bei Koronararterien-Bypass-Operationen über 90% der Spitäler über 219 Fälle, welche zum statistischen Nachweis erforderlich sind. In den anderen untersuchten Bereichen sind die Fallzahlen viel zu hoch. Beispielsweise wären gemäss Dimick et al. (2004) in einem Spital jährlich 2'686 Hüft-TEPs nötig um statistisch aussagekräftige Mortalitätsraten zu erhalten.

Da bei «Koronargefäss-OP» unterschiedliche Eingriffe zusammengefasst sind, ist ein Vergleich zwischen Studien und Gruppen kaum möglich. Möglich ist, dass kleinere Spitäler wenig anspruchsvolle Eingriffe durchführen, während die grossen riskante Eingriffe vornehmen. Im Vergleich mit den Fallzahlen in internationalen Studien scheinen die Fallzahlen in der Schweiz tief respektive für elektive Eingriffe am Herz über das ganze Land «verzettelt».

5.1.5 Schlaganfall

Schlaganfälle werden von mehreren Studien als Komplikation genannt und dienen als Messkriterium für die Behandlungsqualität anderer Hauptdiagnosen (Gazoni et al., 2010; Khuri et al., 1999; Westvik et al., 2006). Als Hauptdiagnose dient der Schlaganfall bei Studien im Zusammenhang von Volumen und Behandlungsqualität selten. So untersuchte Kim et al. (Kim et al., 2016, p. 7) die Mortalitätsraten bei ischämischen Schlaganfällen in Bezug auf Volumen und Ausstattung des Spitals. Die Spitäler mit der schlechtesten Ausstattung hatten die höchsten und diejenigen mit der besten Infrastruktur, Protokollen und Prozessen die tiefsten Mortalitätsraten. Das Volumen war dabei sekundär.

Beim Krankheitstyp «Schlaganfall» wird bei der Klasse «tief» gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet (OR_O 1.19 [CI 1.12 - 1.26; $p < 0.01$]). Bei den Klassen «mittel» und «sehr tief» sind die Unterschiede nicht signifikant («mittel» OR_O 1.06 [CI 1 - 1.12; p 0.07]; «sehr tief» OR_O 1.14 [CI 0.85 - 1.52; p 0.39]). Die Klasse «sehr tief» enthält 456 Fälle, was 0.7 % aller behandelten Patienten entspricht.

Erwartet wird bei den Klassen «mittel» und «tief» eine signifikant höhere Mortalitätsrate als bei der Klasse «hoch» («mittel» OR_E 1.15 [CI 1.08 - 1.22; $p < 0.01$]; «tief» OR_E 1.23 [CI 1.16 - 1.31; $p < 0.01$]). Die erwartete Mortalität von «sehr tief» ist tendenziell höher, knapp aber nicht signifikant (OR_E 1.32 [CI 1 - 1.75; p 0.05]). Die erwartete Mortalität erklärt die beobachteten Mortalitätsraten grösstenteils. Kein SMR ist auffällig respektive signifikant (vgl. Tabelle 37).

5.1.6 Pneumonie

In einer Studie in den USA wurde bei über 1.4 Millionen Patienten in 4673 Spitälern in den Jahren 2004 bis 2006 eine tiefere Mortalität aufgrund höherer Patientenzahlen bestätigt (OR 0.89 [CI 0.88 – 0.90; $p < 0.001$]). Oberhalb einer Fallzahl von 210 Patienten pro Jahr trat keine tiefere Mortalität mehr auf (Ross et al., 2010, p. 1110).

In der Schweiz wird in der Klasse «hoch» eine signifikant tiefere Mortalität beobachtet als erwartet (SMR 0.92 [CI 0.87 - 0.97]). Bei der Klasse «mittel» wird eine signifikant tiefere Mortalitätsrate erwartet (OR_E 0.91 [CI 0.83 - 0.99; $p < 0.05$]), jedoch nicht erreicht (OR_O 1.05 [CI 0.96 - 1.15; $p > 0.27$]). Dies widerspiegelt sich, wenn auch nicht signifikant, im SMR (1.05 [CI 0.98 - 1.12]). In der Klasse «tief» wird eine gegenüber «hoch» signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet (OR_O 1.12 [CI 1.03 - 1.22; $p < 0.01$]). Die erwartete Mortalitätsrate von «tief» wird durch die beobachtete übertroffen (SMR 1.05 [CI 0.99 - 1.11]). Die Klasse «sehr tief» enthält nur 243 Fälle, was 0.4 % aller behandelten Patienten entspricht. Die beobachtete Mortalitätsrate stimmt derjenigen von «hoch» – mit einem grossen Konfidenzintervall – überein (OR_O 0.99 [CI 0.54 - 1.81; $p > 0.97$]).

Die Schweizer Resultate stimmen mit der Studie aus den USA überein. Bei hohen Fallzahlen scheint eine tiefere Mortalitätsrate vorhanden zu sein.

5.1.7 Kolonresektion

In einem Review wurde bei grossen gegenüber kleinen Spitälern ein OR von 0.74 (CI 0.55 – 1.00) beobachtet (Archampong, Borowski, Wille-Jørgensen, & Iversen, 2012, p. 131). Ähnlich schätzt eine Studie bei älteren Patienten in den USA den Effekt von kleinen auf grosse Spitäler: OR 1.5 [CI 1.1 – 2.0; $p < 0.05$] (Dimick et al., 2003). Weitere Studien bestätigen eine tiefere Mortalitätsrate in grossen Spitälern, schätzen den Effekt teils aber geringer ein (Ko, Chang, Chaudhry, & Kominski, 2002; van Gijn et al., 2010).

Die Werte stimmen mit den in der Schweiz beobachteten Werten überein. So wird beim Krankheitstyp «Kolonresektion» in der Schweiz bei der Klasse «mittel» gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.36 [CI 1.05 - 1.76; $p < 0.05$]). Bei der Klasse «tief» sind die Unterschiede nicht signifikant («tief» OR_O 1.24 [CI 0.95 - 1.63; $p > 0.11$]). Tendenziell liegt die Mortalitätsrate von «tief» aber ebenfalls über derjenigen von «hoch». Die höhere Mortalitätsrate in «mittel» und «tief» kann nicht durch unterschiedliche Patienten erklärt werden. Sowohl «mittel» (1.18 [CI 0.99 - 1.37]) wie auch «tief» (1.09 [CI 0.90 - 1.28]) haben einen SMR grösser als 1.

Mit 22 von 85 Spitälern operiert ein Viertel der Spitäler weniger als zehn Fälle pro Jahr. Auch wenn der Unterschied knapp nicht signifikant ist, liegt die Mortalitätsrate in diesen «sehr tiefen»

Spitälern tiefer als in den grossen Spitälern (OR_0 0.56 [CI 0.31 - 1.03; p 0.06]). Die beobachtete Mortalität unterscheidet sich bei «sehr tief» signifikant von der erwarteten Rate («sehr tief»): 0.52 [CI 0.22 - 0.82]). Möglicherweise führen sehr kleine Spitäler tendenziell weniger riskante Eingriffe durch, welche das Resultat von «sehr klein» verbessern respektive verzerren.

Kothari et al. (2016, p. 847) stellten fest, dass bei Kolonresektionen auch bei tiefen Fallzahlen gute Qualität erreicht werden kann. Dies, sofern wichtige Ressourcen, welche normalerweise in grossen Spitälern vorkommen, vorhanden sind. Wie ein hohes Volumen bei grossen Spitälern kein Garant ist, scheinen aber auch diese Faktoren bei Vorhandensein in kleinen Spitälern keine hohe Qualität zu garantieren. Eine weitere Studie bestätigt, dass das Volumen an sich einen sehr geringen Effekt hat und andere Faktoren viel bedeutender sind (Ko et al., 2002). Kothari et al. (2016) empfehlen, Mindestfallzahlen zu senken und zusätzliche Anforderungen zu stellen. So scheinen vorhandene Einrichtungen wie Intensivpflegestation, onkologische Zertifizierungen, spezifische Weiterbildungen usw. die Qualität bei Kolonresektionen mindestens so zu beeinflussen, wie Fallzahlen.

Die Schweizer Resultate von «mittel» und «tief» stimmen mit den Studien überein. Die Resultate von «sehr tief» widersprechen jedoch den Studien.

5.1.8 Pankreasresektion

In einem Systematic-Review mit Total 19'688 Patienten wurden bei Spitälern mit weniger als 5 Pankreasresektionen pro Jahr Mortalitätsraten zwischen 13.8 % und 15.6 % beobachtet (van Heek et al., 2005, p. 781). In der Schweiz ist selbst bei «sehr tiefen» Fallzahlen die durchschnittliche Mortalität deutlich tiefer. So zeigt das Streudiagramm in Anhang C, dass zwar einzelne sehr kleine Spitäler sehr hohe Mortalitätsraten aufweisen, andere wiederum eine Sterblichkeit im Spital von 0 % aufweisen. Als Gruppe «sehr tief» zusammengefasst weisen diese Spitäler eine gegenüber «hoch» höhere Sterblichkeit auf (OR_0 1.11 [CI 0.71 - 1.74; p 0.65]).

Die Klasse «tief» weist gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate auf (OR_0 1.7 [CI 1.21 - 2.39; p < 0.01]). Die beobachtete ist höher als die erwartete Mortalität («tief» SMR 1.26 [CI 1 - 1.52]). Die beobachtete Mortalität der «mittleren» Klasse unterscheiden sich weder von den erwarteten Raten noch gegenüber der bei «hoch» beobachteten Rate signifikant (OR_0 1.29 [CI 0.90 - 1.86; p 0.16]; SMR 1.03 [CI 0.78 - 1.28]).

Von 20 in einem Systematic-Review untersuchten Studien zu Pankreaseingriffen attestierten 17 Studien in hochvolumigen Spitälern eine tiefere Mortalität (Chowdhury et al., 2007, p. 147). Im Systematic-Review von van Heek et al. (2005, p. 781) betrug die Mortalitätsrate in Spitälern mit mehr als 24 Pankreasresektionen pro Jahr im Schnitt nur 3.5 %. Diese Rate liegt in der Schweiz

deutlich höher. Ähnliche Zahlen wie in der Schweiz werden aber auch in anderen Studien beschrieben. So berichten Gruen et al. (2009, p. 206) in ihrem Systematic Review von 30 Studien von einer Rate von 5.3 % in den höchsten Fallzahlkategorie (20 Fälle pro Jahr und mehr). Diese Anzahl Fälle entspricht den Klassen «mittel» (26 bis 44 Fälle; Mortalität 6.8 %) respektive «hoch» (mehr als 48 Fälle) mit einer Mortalitätsrate von ebenfalls 5.3 %.

In Japan wurde in kleinen Spitälern (8 bis 11 Fälle pro Jahr) bei Duodenopankreatektomien eine Mortalitätsrate von 4% beobachtet. Bei sehr grossen Spitälern mit über 28 Duodenopankreatektomien war die Mortalitätsrate im Spital nur 1.4 %. Die grossen Spitäler arbeiteten zudem kostengünstiger (Yoshioka et al., 2014). In Florida wurde bei Duodenopankreatektomien zudem untersucht, inwieweit sich die Ausbildungstätigkeit eines Spitals auf die Mortalität im Spital auswirkt. Während in Spitälern mit einem entsprechenden Residency-Program (Facharztausbildung) eine Mortalität von 2.7 % beobachtet wurde, lag diese in Spitälern ohne Ausbildungstätigkeit bei 11 % (Clark et al., 2010). Urbach & Baxter (2004) beobachteten, dass die Mortalität bei Duodenopankreatektomien stärker abhängig ist von der Anzahl an Lungenresektionen als Pankreas-eingriffen selbst. So ist das Odds-Ratio bei der Entfernung des Pankreas zwischen einem Spital mit vielen und einem mit wenigen Lungeneingriffen 0.36 (CI 0.23 - 0.57). Wird die Einteilung aufgrund der Anzahl Pankreaseingriffen genommen, ist das Odds-Ratio 0.76 (CI 0.44 - 1.32). Die Qualität hängt nicht am stärksten mit dem Eingriff an sich zusammen, sondern mit den Ressourcen und Fähigkeiten des Spitals.

Die Resultate in der Schweiz bestätigen, dass bei Pankreaseingriffen in Spitälern mit hohen Fallzahlen die Mortalitätsraten tiefer sind.

5.1.9 Aortenaneurysma rupturiert

Die Spitäler der Klasse «hoch» haben signifikant weniger Todesfälle als erwartet (SMR 0.73 [CI 0.60 - 0.86]). Bei den Klassen «tief» und «sehr tief» wird eine gegenüber «hoch» signifikant höhere Mortalitätsrate erwartet («tief» OR_E 1.43 [CI 1.1 - 1.87; p < 0.01]; «sehr tief» OR_E 1.33 [CI 1.06 - 1.69; p < 0.05]). Die beobachteten Mortalitätsraten von «tief» und «sehr tief» unterscheiden sich ebenfalls signifikant und nochmals deutlicher von «hoch» als die erwarteten Raten («tief» OR_O 3.01 [CI 2.28 - 3.98; p < 0.01]; «sehr tief» OR_O 2.23 [CI 1.74 - 2.86; p < 0.01]). Während «sehr tief» leicht über der erwarteten Mortalitätsrate liegt (SMR 1.04 [CI 0.93 - 1.15]), verfehlt «tief» die erwartete Rate signifikant (SMR 1.17 [CI 1.01 - 1.33]).

Ein deutlicheres Resultat ist kaum möglich: Während «hoch» die erwartete Mortalitätsrate signifikant übertrifft (SMR 0.73 [CI 0.60 - 0.86]), weisen alle drei anderen Klassen gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate auf.

Bereits 1992 bestätigten Hannan et al. (1992) einen positiven Zusammenhang von höheren Fallzahlen und tieferen Mortalitätsraten. Ein aktueller Systematic-Review von 16 Studien bestätigt diesen Zusammenhang (Phillips et al., 2017). Da eine bedeutende Anzahl Patienten palliativ behandelt wird und diese je nach Studie ausgeschlossen wird, sind Mortalitätszahlen nur schwer vergleichbar (Gawenda & Brunkwall, 2012). In England wurden anhand von 9'877 Patienten mit einem rupturierten Aortenaneurysma die Faktoren, welche zu einer hohen oder tiefen Mortalitätsrate führen, detailliert untersucht (Ozdemir et al., 2015). Dazu wurden Spitäler mit einer iberdurchschnittlich hohen oder tiefen Mortalitätsrate bezuglich ihrer Ressourcen analysiert. Bei Spitälern mit tiefen Mortalitätsraten war das Verhältnis von Fachpersonen pro Bett iberdurchschnittlich hoch und die technischen Ausstattungen (insbesondere Operationssäle) besser. Zudem wurden häufiger bildgebende Verfahren eingesetzt (Ozdemir et al., 2015, p. 520).

5.1.10 Hüft-Endoprothese

Beim Krankheitstyp «Hüft-Endoprothese» werden gegenuber der Klasse «hoch» keine signifikanten Unterschiede bei der Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 0.88 [CI 0.62 - 1.27; p 0.50]; «tief» OR_O 0.96 [CI 0.67 - 1.36; p 0.81]; «sehr tief» OR_O 1 [CI 1 - 1; p 0.61]). Die Klasse «sehr tief» mit vier Spitälern enthält nur 119 Fälle, was 0.1 % aller behandelten Patienten entspricht. In keiner der drei Klassen wird eine gegenuber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet (Tabelle 30). Keiner der SMR ist signifikant («hoch» 1.03 [CI 0.78 - 1.28]; «mittel» 0.87 [CI 0.64 - 1.10] und «tief» 1.03 [CI 0.77 - 1.29]). Für «sehr tief» kann kein SMR berechnet werden: erwartet und beobachtet wurden keine Todesfälle (Division durch Null).

Auch die in der Literatursuche gefundenen Studien konnten grösstenteils keinen signifikanten Unterschied finden (de Vries, Sturkenboom, Verhaar, Kingma, & Stricker, 2011; Farley & Ozminkowski, 1992). Jedoch sind je nach Land und Struktur des Gesundheitswesens bei extremen Volumen Unterschiede möglich (Berstock, Beswick, Lenguerrand, Whitehouse, & Blom, 2014, p. 180). Ein anderes Bild liefert eine Studie aus den USA: dort wurde ein Unterschied von sehr kleinen Spitälern (< 40 Fälle) gegenuber sehr hohen Fallzahlen (> 140 Fälle pro Jahr) festgestellt (OR 1.9 [CI 1.23 – 2.78; p = 0.03]) (Doro, Dimick, Wainess, Upchurch, & Urquhart, 2006, p. 11).

Vom Bundesamt für Gesundheit (2016, p. 27) wird für alle Universitätsspitäler zusammen bei elektivem Huftgelenkseratz für das Jahr 2012 ein SMR von 3.27 (CI 0.85 – 7.26), für 2013 1.25 (CI 0.24 – 3.06) und 2014 0.54 (CI 0.00 – 2.13) publiziert. Dass sich die Behandlungsqualität in Universitatsspitalern zwischen einzelnen Jahren so grundsätzlich unterscheidet, scheint sehr unwahrscheinlich. Das grosse Konfidenzintervall gibt Hinweise darauf, dass die tiefen Mortalitätsraten bei Huftgelenkseratz-Operationen zu statistischen «Problemen» führen. Andere Studien

mit sehr tiefen Mortalitätsraten verwenden daher zusätzliche Qualitätsindikatoren wie Dekubitusraten oder auch die Dauer der Operation (Lau, Perruccio, Gandhi, & Mahomed, 2012).

5.1.11 Hüft-TEP-Wechsel

Von den 115 Spitälern, welche «Hüft-Endoprothesen» durchgeführt haben, machten 104 Spitäler auch «Hüft-TEP-Wechsel». Nur 11 Spitäler verzichteten auf die Durchführung der viel selteneren TEP-Wechsel. Bei der grossen Anzahl Spitäler und relativ geringen Fallzahl erstaunt es nicht, dass 36 Spitäler weniger als 10 Hüft-TEP-Wechsel pro Jahr durchführten. Während die Klasse «sehr tief» bei «Hüft-Endoprothesen» nur vier Spitäler (3.5 %) und 119 Fälle (0.1 %) enthält, sind bei «Hüft-TEP-Wechsel» mit 36 Spitälern (34.6 %) und 992 Patienten (8.7 %) ein deutlich grösserer Anteil in dieser Gruppe.

Die Spitäler der Gruppe «sehr tief» weisen gegenüber der Gruppe «hoch» eine höhere Mortalitätsrate auf (OR_O 1.39 [CI 0.73 - 2.64; p 0.32]). Die beobachtete Mortalitätsrate ist, wenn auch knapp nicht signifikant, deutlich höher als die erwartete Mortalitätsrate (SMR 2.17 [CI 0.99 - 3.35]). Bei einer Studie in den USA wurde ebenfalls ein Unterschied von sehr kleinen Spitälern (< 10 Fälle) gegenüber höheren Fallzahlen festgestellt (> 46 Fälle pro Jahr) (OR 2.2 [CI 1.56 - 3.04; $p > 0.001$]) (Doro et al., 2006, p. 11).

Bei der Klasse «mittel» wird gegenüber «hoch» eine signifikant höhere Mortalitätsrate beobachtet («mittel» OR_O 1.64 [CI 1.06 - 2.53; $p < 0.05$]). Bei der Klasse «tief» ist der Unterschied nicht signifikant (OR_O 1.33 [CI 0.84 - 2.09; p 0.22]). In keiner der drei Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet («mittel» OR_E 1.29 [CI 0.84 - 1.97; p 0.24]; «tief» OR_E 1.23 [CI 0.80 - 1.90; p 0.34]; «sehr tief» OR_E 0.55 [CI 0.23 - 1.31; p 0.17]). Während «hoch» (SMR 0.87 [CI 0.57 - 1.17]) und «tief» (SMR 0.93 [CI 0.65 - 1.21]) die erwarteten Mortalitätsraten unterbieten, kann «mittel» (SMR 1.1 [CI 0.81 - 1.39]) diese nicht erreichen. Die grossen Konfidenzintervalle geben einen Hinweis darauf, dass die tiefen Mortalitätsraten, wie bei Hüftgelenkersatz-Operationen, zu statistischen «Problemen» führen.

Wenn auch statistisch grösstenteils nicht signifikant, scheinen die Spitäler mit höheren Fallzahlen eine bessere Behandlungsqualität zu liefern. Der hohe Anteil von Spitälern, welche die «Hüft-TEP-Wechsel» sehr selten durchführen, erstaunt.

5.1.12 Schenkelhalsfraktur

Eine Studie bei über 450'000 Medicare-Patienten fand bei Patienten in der grössten Volumenklasse eine signifikant tiefere Mortalität als bei Patienten kleiner Spitäler (OR 0.83; $p < 0.001$) (Elkassabany, Passarella, Mehta, Liu, & Neuman, 2016). Weitere Systematic-Reviews unterstützen diese Annahme (Ali & Gibbons, 2017), während andere aufgrund von Fallzahlen sowohl in

adjustierten wie auch nicht adjustierten Daten keinen Unterschied feststellen (Metcalf et al., 2016).

Diese Beobachtung stimmt mit der Beobachtung in der Schweiz überein: «Mittel» weist eine gegenüber «hoch» signifikant höhere Rate auf («mittel» OR_O 1.23 [CI 1.07 - 1.41; $p < 0.01$]). Die beobachtete Rate bei «mittel» ist ebenfalls signifikant höher als die erwartete Mortalität (SMR 1.11 [CI 1.01 - 1.21]).

Die beobachtete Mortalität von «tief» unterscheidet sich nicht von «hoch» (OR_O 1.00 [CI 0.87 - 1.16; p 0.95]) und entspricht der erwarteten Mortalität (SMR 0.99 [CI 0.89 - 1.09]).

Entgegen der Literatur weist in der Schweiz die Klasse «sehr tief» eine signifikant tiefere Mortalitätsrate auf. Signifikant gegenüber den Spitälern in der Gruppe «hoch» (OR_O 0.38 [CI 0.2 - 0.74; $p < 0.01$]) und gegenüber der erwarteten Mortalität (SMR 0.47 [CI 0.16 - 0.78]). Die Gruppe enthält nur 586 Fälle, was 2.0 % aller behandelten Patienten entspricht.

Die tiefe Sterblichkeit in den sehr kleinen Spitälern ist kritisch zu hinterfragen. Wahrscheinlich führen Confounder (z.B. Verlegungen) zu diesem bemerkenswerten Resultat. Allenfalls ist auch das relativ gute Resultat von «tief» zu prüfen.

5.1.13 Sepsis

Eine Meta-Analyse von zehn Studien zeigte einen signifikanten, negativen Zusammenhang zwischen den jährlichen Fallzahlen pro Spital und den Mortalitätsraten bei Sepsis auf (grösste ggü kleinsten Spitälern: OR 0.76 [CI 0.65 - 0.89; $p = 0.001$]) (Gu et al., 2016).

In der Schweiz sind die beobachteten Zahlen gerade umgekehrt: bei den Klassen «tief» und «sehr tief» wird eine gegenüber der Klasse «hoch» signifikant tiefere Mortalitätsrate beobachtet («tief» OR_O 0.93 [CI 0.88 - 0.99; $p < 0.05$]; «sehr tief» OR_O 0.55 [CI 0.4 - 0.76; $p < 0.01$]). Bei «mittel» ist kein signifikanter Unterschied vorhanden (OR_O 1.03 [CI 0.97 - 1.09; p 0.39]). Die erwartete Mortalität ist keine plausible Erklärung: in keiner der Klassen wird eine gegenüber «hoch» signifikant unterschiedliche Mortalitätsrate erwartet. Weiter unterbieten die «sehr tiefen» und «tiefen» Spitäler die erwartete Mortalität signifikant («tief» SMR 0.94 [CI 0.90 - 0.98]; «sehr tief» SMR 0.57 [CI 0.40 - 0.74]).

Der Verdacht liegt nahe, dass in der Schweiz komplexe Patienten in grössere Spitäler verlegt werden, was in der «erwarteten Mortalität» aber nicht berücksichtigt wird. So stellt beispielsweise Shahul et al. (2014, p. 3) fest, dass die Patienten in der Spitalgruppe mit den höchsten Fallzahlen schwerer erkrankt sind. Herzkrankheiten, Diabetes, Nierenversagen, neurologische Erkrankungen und Fettleibigkeit kamen gehäuft vor.

5.2 Interpretation der Regressionsanalyse

Dieses Unterkapitel interpretiert die Resultate der Forschungsfrage C.

5.2.1 Kolonresektion

Einzig für «Kolonresektionen» ist ein Regressionsmodell vorhanden, bei welchem sämtliche Faktoren signifikante Beiträge liefern. Die Schätzfunktion für die beobachtete Mortalität bei Kolonresektionen lautet:

$$\text{Mortalität}_{\text{Beobachtet}}[\%] = -1.020 - 0.016 * \text{Fallzahl} + 0.000149 * \text{Austritte} + 1.336 * \text{Mortalität}_{\text{Erwartet}}$$

Das Konfidenzintervall für den Faktor der erwarteten Mortalität (CI 0.29 – 2.38) zeigt, dass der Einfluss nur sehr ungenau geschätzt werden kann. Gemäss Modell führen rund 65 zusätzliche Kolonresektionen zu einer rund 1% tieferen Mortalität (CI -0.025 - - 0.008). 6500 zusätzliche Austritte im Spital haben eine rund 1% höhere Mortalität zur Folge.

Zur Prüfung des Modells werden die Daten einzelner Spitäler mit der Vorhersage des Modells verglichen:

Tabelle 45: Musterberechnungen mit Modell Kolonresektion

Nr.	Spital	Anzahl Austritte (2009-2013)	Fallzahl (2009-2013)	erwartete Mortalität in %	Tatsächlich beobachtete Mortalität in %	Mortalität nach Modell in %
101	Les Hôpitaux Universitaires de Genève HUG	55206	435	4.0	4.6	5.6
102	CHUV Centre Hospitalier Universitaire Vaudois	44277	260	3.7	5.0	6.4
103	Inselspital Bern	41318	137	3.1	5.8	7.1
201	Luzerner Kantonsspital	39649	290	3.7	5.2	5.2
202	EOC Ente ospedaliero cantonale	39623	441	4.1	2.5	3.3
203	Kantonsspital St. Gallen	34294	400	3.6	3.2	2.5
401	Hirslanden Lausanne SA	7387	49	4.7	2.0	5.6
404	Hôpital Interkantonal de la Broye (HIB)	6016	30	3.3	3.3	3.8

Es fällt auf, dass sich die erwartete Mortalität und die tatsächlich beobachtete bei fünf der acht Spitäler um mehr als 1.5% unterscheiden. Eine solch hohe Abweichung kann durch die beiden Faktoren «Fallzahl» und «Austritte gesamt» nicht korrigiert werden. Fraglich ist, inwieweit die erwartete Mortalität eine zuverlässige Vorhersage der Mortalität ermöglicht.

5.2.2 Sepsis

Aus Kapitel 3.5.7.4 besteht der Verdacht, dass Heteroskedastizität vorliegt. Das Modell ist daher mit besonderer Vorsicht zu hinterfragen, da die Möglichkeit besteht, dass die Schätzung der Regressionsgeraden nicht effizient erfolgte. Die Schätzfunktion für die beobachtete Mortalität bei Sepsis lautet:

$$Mortalität_{beobachtet}[\%] = 8.923 + 0.0001297 * \text{Austritte} + 0.257 * \text{erwartete Mortalität}$$

Das Konfidenzintervall für den Faktor der erwarteten Mortalität (CI -0.80 – 1.31) zeigt, dass der Einfluss nur sehr ungenau geschätzt werden kann. Durch den sehr kleinen Faktor bei «Austritte» sind gemäss Modell rund 8000 zusätzliche Austritte nötig, damit die Mortalität um 1 % steigt. Eine um 4 % höher erwartete Mortalität hätte nur eine um rund 1 % höher beobachtete Mortalität zur Folge. Demzufolge hat die Fallzahl kaum einen Einfluss und die Schätzung ist grösstenteils abhängig von der erwarteten Mortalität (vgl. Tabelle XY).

Zur Prüfung des Modells werden die Daten einzelner Spitäler mit der Vorhersage des Modells verglichen:

Tabelle 46: Musterberechnungen mit Modell Sepsis

Nr.	Spital	Anzahl Austritte	erwartete Mortalität in %	beobachtete Mortalität tatsächlich in %	Mortalität nach Modell in %
101	Les Hôpitaux Universitaires de Genève HUG	55'206	18.0	15.7	13.9
102	CHUV Centre Hospitalier Universitaire Vaudois	44'277	19.5	15.0	14.1
103	Inselspital Bern	41'318	13.4	12.5	12.6
201	Luzerner Kantonsspital	39'649	18.4	14.7	13.8
202	EOC Ente ospedaliero cantonale	39'623	21.7	16.5	14.8
203	Kantonsspital St. Gallen	34'294	19.2	14.4	14.0
401	Hirslanden Lausanne SA	7'387	4.6	16.3	10.1
403	Bethesda Spital AG	6'204	0.0	19.3	8.9
404	Hôpital Interkantonal de la Broye (HIB)	6'016	18.2	16.5	13.6

Das Modell bringt keinen Nutzen. Bei sämtlichen Musterberechnungen schätzt das Modell die Mortalität als zu tief ein. Die stark schwankende Mortalität respektive vermutete Heteroskedastizität scheint eine Prognose zu verunmöglichen.

5.2.3 Übrige Krankheitstypen

Vermutlich sind die grossen Varianzen der beobachteten und erwarteten Mortalität der Grund, dass keine Modelle gefunden werden konnten. Andere Studien haben ähnliches beobachtet und berichten über nicht signifikante Korrelationskoeffizienten. Zum Teil sei dieses Phänomen auf die Spitäler ohne Sterbefälle zurückzuführen (Christian et al., 2005, p. 1244). Insbesondere bei den Spitälern mit tiefen Fallzahlen sorgen diese für Verzerrungen und hohe Varianz. Die Scatterplots von «Hüft-Endoprothese» und «Hüft-TEP-Wechsel» sind dazu beste Beispiele (vgl. Anhang C).

Wahrscheinlich ist dies der Grund, dass die Studien, welche Mortalitätsraten auf Ebene Spitäler vergleichen, alle Gruppen bilden und diese mit Odds-Ratios vergleichen. Damit kann das Problem der unterschiedlichen Varianzen umgangen werden (wie in Forschungsfrage A und B erfolgreich aufgezeigt).

Dass bei «Koronargefäss-OP», «Schlaganfall», «Pneumonie» und «Pankreasresektion» die erwartete Mortalität keinen signifikanten Einfluss auf die Mortalität hat, hinterfragt deren Bedeutung respektive Nutzen. Offenbar sind bei diesen Krankheitstypen Alter und Geschlecht (diese bestimmen die erwartete Mortalität) keine geeigneten Prädiktoren für die Mortalität.

5.3 Übersicht und Vergleich

Die Spitäler mit «hohen» Fallzahlen weisen in den drei Krankheitsbildern «Herzinsuffizienz», «Pneumonie» und «rupturiertes Aortenaneurysma» signifikant tiefere Mortalitätsraten auf als erwartet. Bei den übrigen zehn Krankheitsbildern unterscheidet sich die beobachtete Rate nicht signifikant von der erwarteten. In sieben Fällen ist der SMR kleiner als 1. Nur in drei Fällen ist die beobachtete Mortalität höher als erwartet.

Bei den Spitälern mit «tiefen» und «mittleren» Fallzahlen sind die Mortalitätsraten oft signifikant höher als die Mortalitätsrate in den Spitälern mit «hohen» Fallzahlen. Mit Ausnahme der Klasse «tief» beim Krankheitstyp «Sepsis» haben keine Spitäler signifikant tiefere Mortalitätsraten als die Spitäler der Gruppe «hoch».

Die Resultate der Spitäler mit «sehr tiefen» Fallzahlen widersprechen oft den Resultaten anderer Studien. So zeigen diese sehr kleinen Spitäler in den Krankheitstypen «Herzinsuffizienz», «Kolonresektion», «Schenkelhalsfraktur» und «Sepsis» bessere Resultate als erwartet. Fraglich scheint, ob diese Resultate repräsentativ sind. Bei «Herzinsuffizienz» wurden beispielsweise nur 0.9 % der Patienten in «sehr kleinen» Spitälern behandelt. Weiter ist fraglich, ob beispielsweise bei Kolonresektionen von den kleinsten Spitälern Eingriffe mit derselben Komplexität durchgeführt werden oder ob andere Confounder wie Verlegungen die Resultate verzerren.

5.4 Limitationen

Vier wesentliche Limitationen sind zu berücksichtigen: Erstens werden aggregierte Daten von Grössenklassen verglichen. Zweitens werden bis auf Alter und Geschlecht keine Confounder berücksichtigt. Drittens wird als alleinige Masszahl für Behandlungsqualität die Mortalität untersucht. Viertens wird nur eine Korrelation bestätigt; eine Kausalität bleibt fraglich.

5.4.1 Betrachtung von Gruppen

In den Forschungsfragen A und B werden aggregierte Daten von Gruppen verglichen. Die Streudiagramme in Anhang C und Boxplots in Anhang G zeigen, dass insbesondere bei kleinen Spitälern die Mortalitätsrate sich stark unterscheidet. Dass einzelne Spitäler bedeutend vom Resultat der Gruppe abweichen können, ist bei der Interpretation zu berücksichtigen. So sind zahlreiche positive- aber auch negative Ausreisser vorhanden.

5.4.2 Confounder

Entscheidend ist, dass zu vergleichende Gruppen hinsichtlich Confounder vergleichbar sind (Bachmann et al., 2008, p. 18ff). Verschiedene Studien haben den Unterschied von adjustierten und nicht adjustierten Mortalitätsdaten untersucht (Birkmeyer et al., 2002; Sowden et al., 1995). Die Unterschiede sind je nach Krankheitstyp anders. Während sich beispielsweise eine Adjustierung bei Koronararterien-Bypass-Operationen kaum auswirkte, waren bei Pankreasresektionen grosse Differenzen zwischen korrigierten und nichtkorrigierten Daten vorhanden (Birkmeyer et al., 2002, p. 1130).

Chowdhury et al. (2007, p. 153) nennen Anzeichen, dass ältere Patienten und solche mit fortgeschrittenen Krankheiten und höheren präoperativen Risiken öfter in kleineren Spitälern behandelt werden. Als Grund werden Notfalleintritte genannt, bei denen Patienten üblicherweise ins nahe gelegene Spital eingewiesen werden. Kontrovers dazu gibt es ein potentielltes Überweisungsmuster, bei welchem komplexe Patienten eher an hochvolumige Spitäler überwiesen werden. Auch die Tatsache, dass kleinere Spitäler Patienten in kritischen Zustand in grössere Zentren verlegen, begünstigt tendenziell kleinere Spitäler (Chowdhury et al., 2007, p. 153). In der vom BAG publizierten erwarteten Mortalität sind einzig Alter und Geschlecht berücksichtigt. Komorbiditäten, Verlegungen und andere Faktoren werden nicht berücksichtigt. Damit eine unterschiedlich lange Aufenthaltsdauer im Spital keine Verzerrungen zur Folge hat, wäre es besser, eine klar definierte Zeitspanne zu untersuchen (z.B. Mortalität nach 30-Tagen).

In den Krankheitstypen sind meist unterschiedlich komplexe Eingriffe zusammengefasst. Führt ein Spital überwiegend einfachere Eingriffe, während ein anderes Spital komplexe durchführt, müsste dies berücksichtigt werden. Beispielsweise bei «Kolonresektionen» (vgl. Kapitel 5.1.7) ist es möglich, dass die «sehr kleinen» Spitäler weniger riskante Eingriffe durchführen und daher

tieferen Mortalitätsraten aufweisen. In den USA wurde bereits 1996 beim Vergleich von Volumen und Mortalität bei PTCA festgestellt, dass die Eingriffe in grossen Spitälern signifikant komplexer waren (Shook et al., 1996). Weiter war der Anteil an Notfalleingriffen bedeutend grösser. Eine Möglichkeit ist, die Fallzahlen aufgrund ihrer Komplexität zu gewichten (K. C. L. Lee, Sethuraman, & Yong, 2015).

5.4.3 Mortalität als einziger Output

Die Beschränkung der Behandlungsqualität auf die Mortalität ist eine Vereinfachung. Im Optimum würden weitere Kriterien wie Komplikationsraten oder beispielsweise die Lebensqualität bei Krebserkrankungen berücksichtigt (Gruen et al., 2009).

Bei «Hüft-Endoprothesen» und «Hüft-TP-Wechseln» sind aus statistischen Gründen zusätzliche Messkriterien nötig, um Unterschiede bei der Qualität zu erfassen. Todesfälle sind zu selten, um eine allenfalls tiefe Behandlungsqualität zuverlässig anzuzeigen.

5.4.4 Kausalität

Weiterhin ist unklar, inwieweit Fallzahlen tatsächlich die Behandlungsqualität beeinflussen. Sicher ist, dass Fallzahlen ein Indikator für das Vorhandensein wichtiger Faktoren sind. Da die Zusammenhänge unklar sind und je nach Krankheitstyp anders sein können, sollte nicht nur auf Basis von Fallzahlen auf die Qualität geschlossen werden (Christian et al., 2005, p. 1242). Unklar scheint zudem, ob die Volumeneffekte über die Zeit konstant bleiben. Möglich ist, dass generell etablierte Behandlungen mit der Zeit auch bei tieferen Fallzahlen dasselbe Qualitätsniveau erreichen (Sowden et al., 1995, p. 151).

6 Schlussfolgerungen und Implikationen

Die durchgeführten Analysen bestätigen, dass die Mortalitätsraten in Spitälern mit hohen Fallzahlen im Durchschnitt tiefer sind als in Spitälern mit mittleren oder tiefen Fallzahlen. Jedoch kann diese Arbeit keine zusätzlichen Erkenntnisse bezüglich Ursachen und Kausalität liefern. Unklar ist weiterhin, ob tatsächlich hohe Fallzahlen die Qualität steigern oder ob diese ausschliesslich Indikatoren für das Vorhandensein anderer Faktoren sind.

Unklar ist, weshalb die Gruppe der Spitäler mit «sehr kleinen» Fallzahlen in diversen Krankheits-typen überraschend gute Resultate erzielt. Die einzelnen Spitäler der Gruppe weisen stark unterschiedliche Mortalitätsraten auf. Falls diese Varianzen nicht zufällig entstanden sind, müssen die Gründe untersucht werden. Gelingt es tatsächlich einigen sehr kleinen Spitälern systematisch mit den grossen Spitälern mitzuhalten, so sollen die Faktoren, welche dazu führen, untersucht werden.

Fallzahlen sind ein Indikator. Einerseits für die Behandlungsqualität, mehr aber für das Vorhandensein von Faktoren, welche für die Behandlungsqualität des jeweiligen Krankheitsbildes zentral sind. Beispiele können neben der Erfahrung des Personals auch konkrete Anforderungen wie die permanente Anwesenheit eines Facharztes oder das Vorhandensein von MRT oder fachspezifischer Zertifizierungen sein. Nicht für alle Patienten eines Krankheitstyps scheinen dieselben Faktoren relevant (Flood, Scott, & Ewy, 1984). So kann bei komplexen, polymorbiden Hüft-TEP-Patienten das Vorhandensein einer Intensivstation zentral sein, während es für andere Hüft-TEP-Patienten keinerlei Relevanz hat. Um Unterschiede zu finden, haben beispielsweise Nallamothu et al. (2001) Patienten in fünf Risikoklassen geteilt. Anhand solcher Studien können weit differenziertere Anforderungen als generelle Mindestfallzahlen an die Spitäler gestellt werden.

Weil bei hohen Fallzahlen eine bessere Behandlungsqualität beobachtet wird, scheint eine Zentralisierung sinnvoll. Um den Nutzen abzuschätzen, errechneten einige Studien eine sogenannte «Number needed to treat» (Birkmeyer, Finlayson, & Birkmeyer, 2001). Gemäss Gruen et al. (2009) müssen in den USA zur Vermeidung eines Todesfalles je nach Krebserkrankung 10 bis 50 Patienten anstatt in einem kleinen Spital in einem Spital mit hohen Fallzahlen behandelt werden. Insbesondere bei komplexen Behandlungen scheinen Patienten von einer Zentralisierung zu profitieren. Durch die Zentralisierung werden in kleineren Regionalspitälern Ressourcen und Personal abgebaut. Diese können bei der Behandlung von anderen Krankheitsbildern fehlen (Urbach & Baxter, 2004, p. 4). Werden beispielsweise Gefässeingriffe nur noch in wenigen Zentren durchgeführt, so verlieren Regionalspitäler die Fähigkeit, notfallmässig ein Aortenaneurysma zu operieren. Einerseits profitieren elektive Patienten des jeweiligen Krankheitstyps von einer höheren Qualität im Zentrumsspital, andererseits sind in den Regionen weniger Ressourcen für Patienten anderer Krankheitsbilder vorhanden (Mesman et al., 2015, p. 1066). Diese Auswirkungen sind bei einer Zentralisierung mit zu berücksichtigen.

7 Ausblick

Die Daten bestätigen, dass in Spitälern mit hohen Fallzahlen die Mortalität tiefer ist. Die Ursachen sind jedoch unklar.

Der Versuch, mit einem linearen Regressionsmodell den Einfluss von Fallzahlen und weiteren Faktoren auf die Mortalität abzuschätzen, misslang. Soll erneut eine Statistik zu den Ursachen und Zusammenhängen durchgeführt werden, so ist eine logistische Regression auf Ebene Patient zu empfehlen. Berücksichtigt werden sollen dabei neben Alter und Geschlecht zusätzliche Attribute des Patienten wie Vorerkrankungen und Verlegungen. Zu prüfen wäre eine Adjustierung nach Komplexität des Eingriffs.

Werden hochspezialisierte und elektive Behandlungen vermehrt zentralisiert, hat dies Auswirkungen auf die Versorgung in den Regionen. Vieles deutet darauf hin, dass das Vorhandensein von Ressourcen ein wichtiger Faktor für die Behandlungsqualität ist. Führt ein Regionalspital beispielsweise keine elektiven Gefäßeingriffe mehr aus, fehlt für die Behandlung eines rupturierter Aortenaneurysma die Erfahrung. Bei der Vergabe von Leistungsaufträgen müssen auch die Auswirkungen auf andere Krankheitstypen mitberücksichtigt werden.

Da Fallzahlen nur ein Indikator für die Behandlungsqualität zu sein scheinen, sollten die Faktoren je Krankheitstyp genauer untersucht werden. Für viele Krankheitstypen sind internationale Studien und entsprechende Resultate vorhanden. Mindestfallzahlen sind tendenziell zurückhaltend anzusetzen. Besser werden konkrete Faktoren, welche für die jeweilige Behandlung zentral sind, gefordert.

Literaturverzeichnis

- Agency for Healthcare Research and Quality. (2002). AHRQ Quality Indicators—Guide to Inpatient Quality Indicators: Quality of Care in Hospitals—Volume, Mortality, and Utilization. Rockville MD.
- Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A., & Wolf, J. (2009). Methodik der empirischen Forschung (3. Auflage). Gabler.
- Ali, A. M., & Gibbons, C. E. R. (2017). Predictors of 30-day hospital readmission after hip fracture: a systematic review. *Injury*, 48(2), 243–252.
<https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.01.005>
- Archampong, D., Borowski, D., Wille-Jørgensen, P., & Iversen, L. H. (2012). Workload and surgeon's specialty for outcome after colorectal cancer surgery. In *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD005391.pub3>
- Atteslander, P., Cromm, J., Grabow, B., Klein, H., Maurer, A., & Siegert, G. (2010). Methoden der empirischen Sozialforschung (13., neu bearbeitete und erweiterte Auflage). Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Bachmann, L. M., Puhan, M. A., & Steurer, J. (Eds.). (2008). Patientenorientierte Forschung: Einführung in die Planung und Durchführung einer Studie. Bern: Huber.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2016). Multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung (14., überarbeitete und aktualisierte Auflage). Berlin Heidelberg: Springer Gabler.
- Berstock, J. R., Beswick, A. D., Lenguerrand, E., Whitehouse, M. R., & Blom, A. W. (2014). Mortality after total hip replacement surgery. *Bone & Joint Research*, 3(6), 175–182. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.36.2000239>
- Betensky, R. A., Christian, C. K., Gustafson, M. L., Daley, J., & Zinner, M. J. (2006). Hospital volume versus outcome: an unusual example of bivariate association. *Biometrics*, 62(2), 598–604.
- Birkmeyer, J. D., Finlayson, E. V., & Birkmeyer, C. M. (2001). Volume standards for high-risk surgical procedures: potential benefits of the Leapfrog initiative. *Surgery*, 130(3), 415–422. <https://doi.org/10.1067/msy.2001.117139>
- Birkmeyer, J. D., Siewers, A. E., Finlayson, E. V. A., Stukel, T. A., Lucas, F. L., Batista, I., ... Wennberg, D. E. (2002). Hospital Volume and Surgical Mortality in the United States. *New England Journal of Medicine*, 346(15), 1128–1137.
<https://doi.org/10.1056/NEJMs012337>
- Bundesamt für Gesundheit. (2010). Qualitätsindikatoren der Schweizer Akutspitäler 2007. Bern. Retrieved from http://www.bag-anw.admin.ch/2016_taglab/2016_spitalstatistik/data/download/qip07_publikation.pdf?v=1475584045
- Bundesamt für Gesundheit. (2016). Qualitätsindikatoren der Schweizer Akutspitäler 2014 (p. 1548). Bern. Retrieved from http://www.bag-anw.admin.ch/2016_taglab/2016_spitalstatistik/data/download/qip14_publikation.pdf?v=1475584057
- Bundesamt für Gesundheit. (2017). Qualitätsindikatoren Wegleitung. Retrieved February 13, 2017, from

- <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/service/zahlen-fakten/zahlen-fakten-zu-spitaelern/qualitaetsindikatoren-der-schweizer-akutspitaeler/qualitaetsindikatoren-wegleitung.html>
- Chowdhury, M. M., Dagash, H., & Pierro, A. (2007). A systematic review of the impact of volume of surgery and specialization on patient outcome. *British Journal of Surgery*, 94(2), 145–161. <https://doi.org/10.1002/bjs.5714>
- Christian, C. K., Gustafson, M. L., Betensky, R. A., Daley, J., & Zinner, M. J. (2003). The Leapfrog Volume Criteria May Fall Short in Identifying High-Quality Surgical Centers. *Annals of Surgery*, 238(4), 447–457. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000089850.27592.eb>
- Christian, C. K., Gustafson, M. L., Betensky, R. A., Daley, J., & Zinner, M. J. (2005). The Volume–Outcome Relationship: Don't Believe Everything You See. *World Journal of Surgery*, 29(10), 1241–1244. <https://doi.org/10.1007/s00268-005-7993-8>
- Clark, W., Hernandez, J., McKeon, B. A., Kahn, A., Morton, C., Toomey, P., ... Rosemurgy, A. (2010). Surgery residency training programmes have greater impact on outcomes after pancreaticoduodenectomy than hospital volume or surgeon frequency. *HPB : The Official Journal of the International Hepato Pancreato Biliary Association*, 12(1), 68–72. <https://doi.org/10.1111/j.1477-2574.2009.00130.x>
- Cohen, J., & Cohen, J. (Eds.). (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed). Mahwah, N.J: L. Erlbaum Associates.
- Daley, J., Henderson, W. G., & Khuri, S. F. (2001). Risk-Adjusted Surgical Outcomes. *Annual Review of Medicine*, 52(1), 275–287. <https://doi.org/10.1146/annurev.med.52.1.275>
- de Vries, L. M., Sturkenboom, M. C., Verhaar, J. A., Kingma, J. H., & Stricker, B. Hc. (2011). Complications after hip arthroplasty and the association with hospital procedure volume. *Acta Orthopaedica*, 82(5), 545–552. <https://doi.org/10.3109/17453674.2011.618907>
- Dimick, J. B., Cowan, J. A., Upchurch, G. R., & Colletti, L. M. (2003). Hospital volume and surgical outcomes for elderly patients with colorectal cancer in the United States. *The Journal of Surgical Research*, 114(1), 50–56.
- Dimick, J. B., Welch, H. G., & Birkmeyer, J. D. (2004). Surgical mortality as an indicator of hospital quality: The problem with small sample size. *JAMA*, 292(7), 847–851. <https://doi.org/10.1001/jama.292.7.847>
- Doro, C., Dimick, J., Wainess, R., Upchurch, G., & Urquhart, A. (2006). Hospital volume and inpatient mortality outcomes of total hip arthroplasty in the United States. *The Journal of Arthroplasty*, 21(6 Suppl 2), 10–16.
- Dudley, R. A., Johansen, K. L., Brand, R., Rennie, D. J., & Milstein, A. (2000). Selective referral to high-volume hospitals: estimating potentially avoidable deaths. *JAMA*, 283(9), 1159–1166.
- Elkassabany, N. M., Passarella, M., Mehta, S., Liu, J., & Neuman, M. D. (2016). Hospital Characteristics, Inpatient Processes of Care, and Readmissions of Older Adults with Hip Fractures. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(8), 1656–1661. <https://doi.org/10.1111/jgs.14256>

- Farley, D. E., & Ozminkowski, R. J. (1992). Volume-Outcome Relationships and Inhospital Mortality: The Effect of Changes in Volume over Time. *Medical Care*, 30(1), 77–94.
- Flood, A. B., Scott, W. R., & Ewy, W. (1984). Does Practice Make Perfect? Part II: The Relation between Volume and and Outcomes and Other Hospital Characteristics. *Medical Care*, 22(2), 115–125.
- Gawenda, M., & Brunkwall, J. (2012). Rupturiertes abdominales Aortenaneurysma. *Dtsch Arztebl International*, 109(43), 727–732. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2012.0727>
- Gazoni, L. M., Speir, A. M., Kron, I. L., Fonner, E., & Crosby, I. K. (2010). Elective Thoracic Aortic Aneurysm Surgery: Better Outcomes from High-Volume Centers. *Journal of the American College of Surgeons*, 210(5), 855–859. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2010.01.013>
- Gesundheitsdirektion Kanton Zürich. (2015). Gesundheitsversorgung 2015.
- Gooiker, G. A., van Gijn, W., Wouters, M. W. J. M., Post, P. N., van de Velde, C. J. H., & Tollenaar, R. A. E. M. (2011). Systematic review and meta-analysis of the volume-outcome relationship in pancreatic surgery. *The British Journal of Surgery*, 98(4), 485–494. <https://doi.org/10.1002/bjs.7413>
- Goossens-Laan, C. A., Gooiker, G. A., van Gijn, W., Post, P. N., Bosch, J. L. H. R., Kil, P. J. M., & Wouters, M. W. J. M. (2011). A systematic review and meta-analysis of the relationship between hospital/surgeon volume and outcome for radical cystectomy: an update for the ongoing debate. *European Urology*, 59(5), 775–783. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2011.01.037>
- Gruen, R. L., Pitt, V., Green, S., Parkhill, A., Campbell, D., & Jolley, D. (2009). The effect of provider case volume on cancer mortality: systematic review and meta-analysis. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 59(3), 192–211. <https://doi.org/10.3322/caac.20018>
- Gu, W.-J., Wu, X.-D., Zhou, Q., Zhang, J., Wang, F., Ma, Z.-L., & Gu, X.-P. (2016). Relationship between Annualized Case Volume and Mortality in Sepsis: A Dose-Response Meta-analysis. *Anesthesiology*, 125(1), 168–179. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001133>
- Halm, E. A., Lee, C., & Chassin, M. R. (2000). Interpreting the Volume-Outcome Relationship in the Context of Health Care Quality: Workshop Summary. Washington, D.C.: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10005>
- Hannan, E. L., Kilburn, H., O'Donnell, J. F., Bernard, H. R., Shields, E. P., Lindsey, M. L., & Yazici, A. (1992). A longitudinal analysis of the relationship between in-hospital mortality in New York State and the volume of abdominal aortic aneurysm surgeries performed. *Health Services Research*, 27(4), 517–542.
- Hattori, N., Katayama, Y., Abe, T., & Society, T. J. N. (2007). Case Volume Does Not Correlate With Outcome After Cerebral Aneurysm Clipping: A Nationwide Study in Japan. *Neurologia Medico-Chirurgica*, 47(3), 95–101. <https://doi.org/10.2176/nmc.47.95>
- Joynt, K. E., Orav, E. J., & Jha, A. K. (2011). The association between hospital volume and processes, outcomes, and costs of care for congestive heart failure. *Annals of Internal Medicine*, 154(2), 94–102. <https://doi.org/10.1059/0003-4819-154-2-201101180-00008>

- Khuri, S. F., Daley, J., Henderson, W., Hur, K., Hossain, M., Soybel, D., ... Stremple, J. F. (1999). Relation of Surgical Volume to Outcome in Eight Common Operations. *Annals of Surgery*, 230(3), 414.
- Kim, J.-H., Lee, Y., & Park, E.-C. (2016). Beyond volume: hospital-based healthcare technology as a predictor of mortality for cardiovascular patients in Korea. *Medicine*, 95(24). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000003917>
- Kirkwood, B., & Sterne, J. (2003). *Essential Medical Statistics* (2nd ed.). Malden, Mass: John Wiley & Sons.
- Ko, C. Y., Chang, J. T., Chaudhry, S., & Kominski, G. (2002). Are high-volume surgeons and hospitals the most important predictors of in-hospital outcome for colon cancer resection? *Surgery*, 132(2), 268–273.
- Kothari, A. N., Blanco, B. A., Brownlee, S. A., Evans, A. E., Chang, V. A., Abood, G. J., ... Kuo, P. C. (2016). Characterizing the role of a high-volume cancer resection ecosystem on low-volume, high-quality surgical care. *Surgery*, 160(4), 839–849. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2016.07.002>
- Laerd Statistics. (2016a). Chi-square test for independence using SPSS Statistics. Retrieved June 21, 2017, from <https://statistics.laerd.com/>
- Laerd Statistics. (2016b). How to perform a Multiple Regression Analysis in SPSS. Retrieved June 14, 2017, from <https://statistics.laerd.com/>
- Laerd Statistics. (2016c). Odds ratio in SPSS Statistics. Retrieved June 29, 2017, from <https://statistics.laerd.com/>
- Lane-Fall, M. B., & Neuman, M. D. (2013). Outcomes measures and risk adjustment. *International Anesthesiology Clinics*, 51(4). <https://doi.org/10.1097/AIA.0b013e3182a70a52>
- Lau, R. L., Perruccio, A. V., Gandhi, R., & Mahomed, N. N. (2012). The role of surgeon volume on patient outcome in total knee arthroplasty: a systematic review of the literature. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13, 250. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-250>
- Lee, J. A. H., Morrison, S. L., & Morris, J. N. (1957). Fatality from three common surgical conditions in teaching and non-teaching hospitals. *The Lancet*, 270(6999), 785–790. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(57\)90891-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(57)90891-7)
- Lee, K. C. L., Sethuraman, K., & Yong, J. (2015). On the Hospital Volume and Outcome Relationship: Does Specialization Matter More Than Volume? *Health Services Research*, 50(6), 2019–2036. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12302>
- Luft, H. S., Hunt, S. S., & Maerki, S. C. (1987). The volume-outcome relationship: practice-makes-perfect or selective-referral patterns? *Health Services Research*, 22(2), 157–182.
- Mayer, E. K., Bottle, A., Darzi, A. W., Athanasiou, T., & Vale, J. A. (2010). The volume-mortality relation for radical cystectomy in England: retrospective analysis of hospital episode statistics. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 340, c1128.
- Mesman, R., Westert, G. P., Berden, B. J. M. M., & Faber, M. J. (2015). Why do high-volume hospitals achieve better outcomes? A systematic review about intermediate factors in volume-outcome relationships. *Health Policy (Amsterdam, Netherlands)*, 119(8), 1055–1067. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2015.04.005>

- Metcalfe, D., Salim, A., Olufajo, O., Gabbe, B., Zogg, C., Harris, M. B., ... Costa, M. L. (2016). Hospital case volume and outcomes for proximal femoral fractures in the USA: an observational study. *BMJ Open*, 6(4), e010743.
- Murata, A., Matsuda, S., Kuwabara, K., Ichimiya, Y., Matsuda, Y., Kubo, T., ... Horiguchi, H. (2013). Association between hospital volume and outcomes of elderly and non-elderly patients with acute biliary diseases: a national administrative database analysis. *Geriatrics & Gerontology International*, 13(3), 731–740. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2012.00938.x>
- Nallamothu, B. K., Saint, S., Ramsey, S. D., Hofer, T. P., Vijan, S., & Eagle, K. A. (2001). The role of hospital volume in coronary artery bypass grafting: is more always better? *Journal of the American College of Cardiology*, 38(7), 1923–1930.
- Nathan, H., Cameron, J. L., Choti, M. A., Schulick, R. D., & Pawlik, T. M. (2009). The volume-outcomes effect in hepato-pancreato-biliary surgery: hospital versus surgeon contributions and specificity of the relationship. *Journal of the American College of Surgeons*, 208(4), 528–538. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2009.01.007>
- New Mexico Department of Health. (2017). Standardized Mortality Ratio. Retrieved June 1, 2017, from https://ibis.health.state.nm.us/resource/SMR_ISR.html
- Nishigori, T., Miyata, H., Okabe, H., Toh, Y., Matsubara, H., Konno, H., ... Sakai, Y. (2016). Impact of hospital volume on risk-adjusted mortality following oesophagectomy in Japan. *British Journal of Surgery*, 103(13), 1880–1886. <https://doi.org/10.1002/bjs.10307>
- Orchard, C. (1994). Comparing healthcare outcomes. *BMJ: British Medical Journal*, 308(6942), 1493–1496.
- Ozdemir, B. A., Karthikesalingam, A., Sinha, S., Poloniecki, J. D., Vidal-Diez, A., Hinchliffe, R. J., ... Holt, P. J. E. (2015). Association of hospital structures with mortality from ruptured abdominal aortic aneurysm. *British Journal of Surgery*, 102(5), 516–524. <https://doi.org/10.1002/bjs.9759>
- Pallant, J. (2013). *SPSS survival manual: a step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (5. ed). Maidenhead, Berkshire: McGraw Hill.
- Pearse, R. M., Moreno, R. P., Bauer, P., Pelosi, P., Metnitz, P., Spies, C., ... Rhodes, A. (2012). Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study. *The Lancet*, 380(9847), 1059–1065. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61148-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61148-9)
- Perez-Lopez, P., Bare, M., Touma-Fernandez, A., & Sarria-Santamera, A. (2016). Relationship between volume and in-hospital mortality in digestive oncological surgery. *Cirugia espanola*, 94(3), 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2015.09.005>
- Phillips, P., Poku, E., Essat, M., Woods, H. B., Goka, E. A., Kaltenthaler, E. C., ... Michaels, J. (2017). Procedure Volume and the Association with Short-term Mortality Following Abdominal Aortic Aneurysm Repair in European Populations: A Systematic Review. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery: The Official Journal of the European Society for Vascular Surgery*, 53(1), 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2016.10.007>
- Post, P. N., Kuijpers, M., Ebels, T., & Zijlstra, F. (2010). The relation between volume and outcome of coronary interventions: a systematic review and meta-analysis.

- European Heart Journal, 31(16), 1985–1992.
<https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq151>
- Rasmussen, S., Zwisler, A.-D. O., Abildstrom, S. Z., Madsen, J. K., & Madsen, M. (2005). Hospital Variation in Mortality after First Acute Myocardial Infarction in Denmark from 1995 to 2002: Lower Short-Term and 1-Year Mortality in High-Volume and Specialized Hospitals. *Medical Care*, 43(10), 970–978.
- Richardson, A. J., Pang, T. C. Y., Johnston, E., Hollands, M. J., Lam, V. W. T., & Pleass, H. C. C. (2013). The volume effect in liver surgery--a systematic review and meta-analysis. *Journal of Gastrointestinal Surgery : Official Journal of the Society for Surgery of the Alimentary Tract*, 17(11), 1984–1996.
<https://doi.org/10.1007/s11605-013-2314-2>
- Romano, P. S., & Zhou, H. (2004). Do Well-Publicized Risk-Adjusted Outcomes Reports Affect Hospital Volume? *Medical Care*, 42(4), 367–377.
- Ross, J. S., Normand, S.-L. T., Wang, Y., Ko, D. T., Chen, J., Drye, E. E., ... Krumholz, H. M. (2010). Hospital Volume and 30-Day Mortality for Three Common Medical Conditions. *New England Journal of Medicine*, 362(12), 1110–1118.
<https://doi.org/10.1056/NEJMsa0907130>
- Rush, B., Romano, K., Ashkanani, M., McDermid, R. C., & Celi, L. A. (2017). Impact of hospital case-volume on subarachnoid hemorrhage outcomes: A nationwide analysis adjusting for hemorrhage severity. *Journal of Critical Care*, 37, 240–243. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.09.009>
- Shahul, S., Hacker, M. R., Novack, V., Mueller, A., Shaefi, S., Mahmood, B., ... Talmor, D. (2014). The Effect of Hospital Volume on Mortality in Patients Admitted with Severe Sepsis. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108754>
- Shen, H.-N., Lu, C.-L., & Li, C.-Y. (2012). The effect of hospital volume on patient outcomes in severe acute pancreatitis. *BMC Gastroenterology*, 12, 112.
<https://doi.org/10.1186/1471-230X-12-112>
- Shook, T. L., Sun, G. W., Burstein, S., Eisenhauer, A. C., & Matthews, R. V. (1996). Comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty outcome and hospital costs for low-volume and high-volume operators. *The American Journal of Cardiology*, 77(5), 331–336.
- Sowden, A. J., Deeks, J. J., & Sheldon, T. A. (1995). Volume and outcome in coronary artery bypass graft surgery: true association or artefact? *BMJ : British Medical Journal*, 311(6998), 151–155.
- Thiemann, D. R., Coresh, J., Oetgen, W. J., & Powe, N. R. (1999). The Association between Hospital Volume and Survival after Acute Myocardial Infarction in Elderly Patients. *New England Journal of Medicine*, 340(21), 1640–1648.
<https://doi.org/10.1056/NEJM199905273402106>
- Tu, J. V., Austin, P. C., & Chan, B. T. B. (2001). Relationship Between Annual Volume of Patients Treated by Admitting Physician and Mortality After Acute Myocardial Infarction. *JAMA*, 285(24), 3116–3122.
<https://doi.org/10.1001/jama.285.24.3116>
- Universität Zürich. (2017a). Methodenberatung - multiple Regressionsanalyse. Retrieved June 21, 2017, from www.methodenberatung.uzh.ch
- Universität Zürich. (2017b). Methodenberatung - Pearson Chi-Quadrat-Test. Retrieved June 25, 2017, from

- <http://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse/unterschiede/proportionen/pearsonuntersch.html#6>
- Urbach, D. R., & Baxter, N. N. (2004). Does it matter what a hospital is “high volume” for? Specificity of hospital volume-outcome associations for surgical procedures: analysis of administrative data. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 328(7442), 737–740. <https://doi.org/10.1136/bmj.38030.642963.AE>
- van Gijn, W., Gooiker, G. A., Wouters, M. W. J. M., Post, P. N., Tollenaar, R. A. E. M., & van de Velde, C. J. H. (2010). Volume and outcome in colorectal cancer surgery. *European Journal of Surgical Oncology : The Journal of the European Society of Surgical Oncology and the British Association of Surgical Oncology*, 36 Suppl 1, S55-63. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2010.06.027>
- van Heek, N. T., Kuhlmann, K. F. D., Scholten, R. J., de Castro, S. M. M., Busch, O. R. C., van Gulik, T. M., ... Gouma, D. J. (2005). Hospital Volume and Mortality After Pancreatic Resection. *Annals of Surgery*, 242(6), 781–790. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000188462.00249.36>
- von Meyenfeldt, E. M., Gooiker, G. A., van Gijn, W., Post, P. N., van de Velde, C. J. H., Tollenaar, R. A. E. M., ... Wouters, M. W. J. M. (2012). The relationship between volume or surgeon specialty and outcome in the surgical treatment of lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Thoracic Oncology : Official Publication of the International Association for the Study of Lung Cancer*, 7(7), 1170–1178. <https://doi.org/10.1097/JTO.0b013e318257cc45>
- Westvik, H. H., Westvik, T. S., Maloney, S. P., Kudo, F. A., Muto, A., Leite, J. O. M., ... Dardik, A. (2006). Hospital-based factors predict outcome after carotid endarterectomy. *The Journal of Surgical Research*, 134(1), 74–80. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2006.03.017>
- Wouters, M. W., Wijnhoven, B. P., Karim-Kos, H. E., Blaauwgeers, H. G., Stassen, L. P., Steup, W.-H., ... Tollenaar, R. A. (2008). High-Volume versus Low-Volume for Esophageal Resections for Cancer: The Essential Role of Case-Mix Adjustments based on Clinical Data. *Annals of Surgical Oncology*, 15(1), 80–87. <https://doi.org/10.1245/s10434-007-9673-4>
- Yoshioka, R., Yasunaga, H., Hasegawa, K., Horiguchi, H., Fushimi, K., Aoki, T., ... Kokudo, N. (2014). Impact of hospital volume on hospital mortality, length of stay and total costs after pancreaticoduodenectomy. *British Journal of Surgery*, 101(5), 523–529. <https://doi.org/10.1002/bjs.9420>

A. Anhang: Verwendete Variablen in SPSS

Für die Regressionsanalyse wurden pro Datensatz respektive Spital folgende Variablen in SPSS definiert:

Name	Beschrieb / Inhalt	Messniveau
Krankheitstyp	Krankheitstyp	Nominal
SpitalNr	Spitalnummer	Nominal
SpitalName	Name des Spitals	Nominal
Betriebstyp	Betriebstyp	Nominal
Austritte	Anzahl Fälle des gesamten Spitals	Metrisch
C	Anzahl Fälle innerhalb Krankheitstyp	Metrisch
M	Anzahl Mortalitätsfälle	Metrisch
MProzent	Mortalität in %	Metrisch
EM	Anzahl erwartete Mortalitätsfälle	Metrisch
EMProzent	Erwartete Mortalität in %	Metrisch
SMR	SMR	Metrisch
Volumen	Klasse	Ordinal

Tabelle 47: Variablen in SPSS

Für die OR wurden pro Datensatz respektive Spital je zwei Datensätze (1mal Mortalität, 1mal überlebt) definiert (vgl. Tabelle 48). Die Anzahl Fälle respektive Gewichtung erfolgt über die Variablen «GewichtM» für die beobachtete und «GewichtEM» für die erwartete Mortalität.

Name	Beschrieb / Inhalt	Messniveau
Krankheitstyp	Krankheitstyp	Nominal
SpitalNr	Spitalnummer	Nominal
SpitalName	Name des Spitals	Nominal
Mortalität	(1 = gestorben; 0 = überlebt)	Nominal
GewichtM	(Anzahl Fälle beobachtet)	Metrisch
GewichtEM	(Anzahl Fälle erwartet)	Metrisch
Volumen	Klasse	Ordinal
VolumenM	(1 = «mittel»; 2 = «hoch» bzw. Referenz)	Nominal
VolumenS	(1 = «tief»; 2 = «hoch» bzw. Referenz)	Nominal
VolumenXS	(1 = «sehr tief»; 2 = «hoch» bzw. Referenz)	Nominal

Tabelle 48: Variablen in SPSS für Odds-Ratio

B. Anhang: Spitäler

Diese Tabelle gibt Auskunft über die den Spitälern zugewiesenen Nummern. Weiter ist ersichtlich, in welchen Gruppen die Spitäler pro Krankheitsbild berücksichtigt wurden. Die Symbole und Grenzen sind in den Kopfzeilen ersichtlich. Die tatsächlichen und erwarteten Mortalitätszahlen sind in der Excel-Datei und der Publikation des BAG ersichtlich (Bundesamt für Gesundheit, 2016). Die erste Ziffer der dreistelligen Nummer repräsentiert die offizielle Einteilung des BAG nach Betriebstypen: 1xx = Unispital (Niveau 1), 2xx = Zentrumsversorgung (Niveau 2), 3xx bis 5xx = Allgemeinspital (Niveau 3 – 5), 6xx = Spezialklinik Chirurgie.

Legende:

○ sehr tief ▼ tief ■ mittel ▲ hoch

	Herzinfarkt	Herzinfarkt (nicht verlegt)	Herzinsuffizienz	Koronargefäss-OP	Schlaganfall	Pneumonie	Kolonresektion	Pankreasresektion	Aortenaneurysma rupturiert	Hüft-Endoprothese	Hüft-TEP-Wechsel	Schenkelhalsfraktur	Sepsis	Austritte
sehr tief	unter Fallzahl	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	○ 50	
tief	unter Fallzahl	▼ 1250	▼ 600	▼ 905	▼ 600	▼ 1256	▼ 714	▼ 151	▼ 128	▼ 90	▼ 751	▼ 131	▼ 350	▼ 718
mittel	unter Fallzahl	■ 2550	■ 1370	■ 1960	■ 1110	■ 3187	■ 1885	■ 220	■ 241	■ 200	■ 1589	■ 307	■ 768	■ 1421
hoch	über Fallzahl	▲ 2550	▲ 1370	▲ 1960	▲ 1110	▲ 3187	▲ 1885	▲ 220	▲ 241	▲ 200	▲ 1589	▲ 307	▲ 768	▲ 1421

Nr.	Name des Spitals	Herzinfarkt	Herzinfarkt (nicht verlegt)	Herzinsuffizienz	Koronargefäss-OP	Schlaganfall	Pneumonie	Kolonresektion	Pankreasresektion	Aortenaneurysma rupturiert	Hüft-Endoprothese	Hüft-TEP-Wechsel	Schenkelhalsfraktur	Sepsis	Austritte
101	Les Hôpitaux Universitaires de Genève HUG	2505	2159	3710	224	4826	3117	435	216	107	1739	242	1473	2568	55'206
102	CHUV Centre Hospitalier Universitaire Vaudois	3423	1706	2651	589	3243	2289	260	267	93	1372	348	992	1421	44'277
103	Inselspital Bern	5445	1345	1413	1386	4715	780	137	361	257	573	154	207	1465	41'318
104	Universitätsspital Zürich	2745	1173	1193	1116	3582	740	187	219	228	56	20	215	1166	38'885
105	Universitätsspital Basel	3604	1985	2243	1133	3382	1868	102	113	110	712	243	689	2562	33'716
201	Luzerner Kantonsspital	2526	2277	2415	435	2855	1918	290	130	105	2739	338	823	1510	39'649
202	EOC Ente ospedaliero cantonale	2502	1149	3784		3153	4290	441	79	82	1000	131	1272	2243	39'623
203	Kantonsspital St. Gallen	3009	1606	1960		3052	1515	400	255	99	1535	358	808	1172	34'294
204	Kantonsspital Baselland	1911	1179	2353		1873	1984	257	130	50	1717	307	960	1874	28'636
205	Lindenhof AG	663	609	861	26	334	986	161	68	22	3261	442	363	586	27'526
206	Solothurner Spitäler AG	1924	1112	1806		1815	2096	298	67	57	1713	208	910	1626	27'249
207	Kantonsspital Aarau AG	2878	1723	1277		3187	819	172	79	71	751	173	332	1401	26'426
208	Spital Thurgau AG Kantonsspital Frauenfeld & Münsterlingen	977	446	1721		1607	1279	179	99	39	1901	302	653	682	26'315
209	Kantonsspital Winterthur	1368	1207	1370		1195	1200	169	97	38	1678	220	563	1158	25'204
210	Hôpital du Valais - Centre hospitalier du centre du Valais (CHCVs)	2093	1369	2192	311	1945	1942	213	92	47	678	158	941	939	24'328
211	Stadspital Triemli	4444	1675	1877	712	1256	1171	196	112	56	484	87	630	996	23'359
212	Hirslanden Bern AG	863	581	602	886	137	563	204	241		2454	254	217	281	19'833
213	HFR - Hôpital fribourgeois	2209	1368	2185		1670	1991	210	33	52	1206	173	741	1140	19'809
214	Spital Netz Bern AG	1425	1092	2256		1701	1886	235	44	50	2602	380	1035	1978	19'420
215	Kantonsspital Baden AG	1336	676	1535		1283	1195	183	73	29	987	107	452	720	18'594
216	Hôpital Neuchâtelois HNE	1657	595	1717		1454	1299	219	53	40	412	87	758	1067	18'220
217	Klinik Hirslanden AG	571	520	381	1002	404	538	220	128		1011	113	183	270	18'128
218	Kantonsspital Graubünden	1367	876	733		797	759	163	73	33	739	104	380	598	17'165
219	Spitalregion Rheintal Werdenberg Sarganserland	845	568	1013		817	1024	112		21	1085	115	426	535	15'724
220	Spital Thun-Simmmental-Saanenland AG	980	660	1370		885	930	181	27	33	1594	136	511	1389	15'581
221	Etablissements Hospitaliers du Nord Vaudois (eHnv)	958	472	1285		738	902	130		22	1297	168	555	584	13'034
222	Spitalzentrum Biel	1003	713	947		964	645	110	22	37	649	93	428	773	12'683
223	Spital Wallis - Spitalzentrum Oberwallis (SZO)	441	163	652		569	705	59		14	760	115	412	389	12'024
224	See-Spital	435	253	637		401	694	69		13	1522	88	293	429	11'634
225	Hirslanden Klinik St. Anna	245	236	425		282	462	115	43		1032	110	178	499	11'507

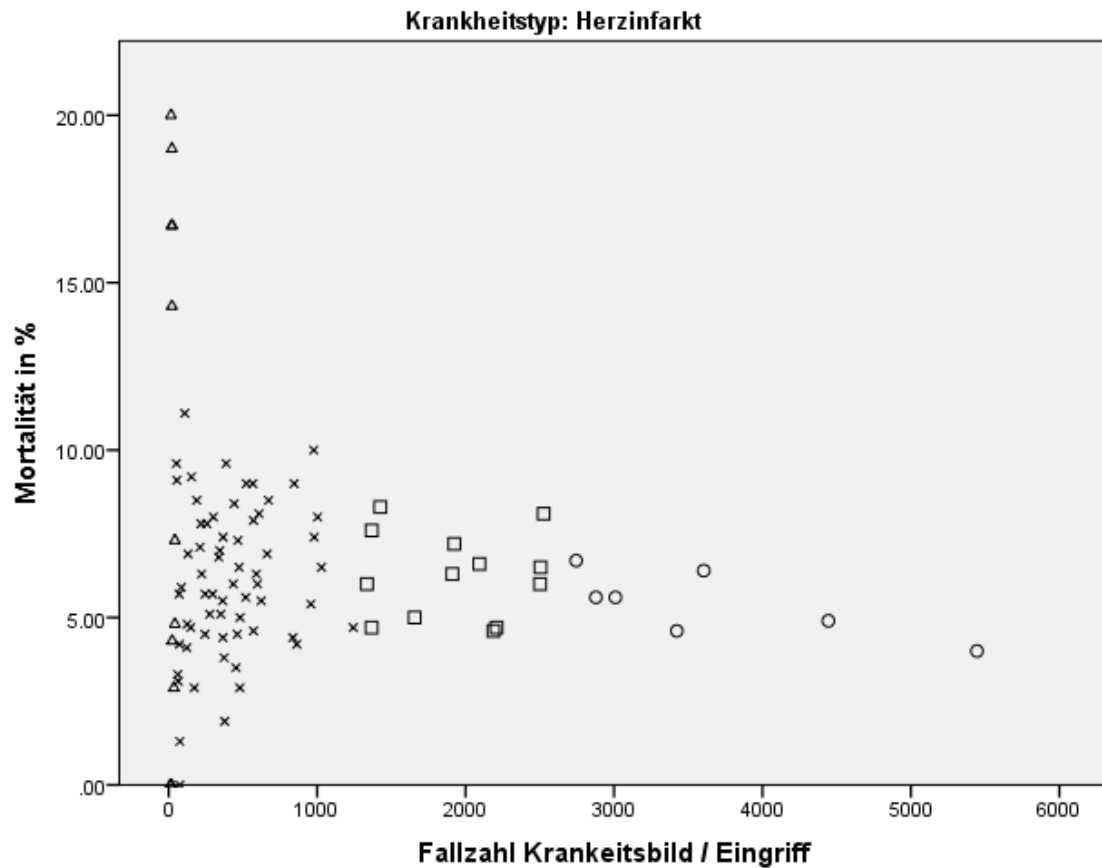
		Herzinfarkt	Herzinfarkt (nicht verlegt)	Herzinsuffizienz	Koronargefäss-OP	Schlaganfall	Pneumonie	Kolonresektion	Pankreasresektion	Aortenaneurysma rupturiert	Hüft-Endoprothese	Hüft-TEP-Wechsel	Schenkelhalsfraktur	Sepsis	Austritte
sehr tief	unter Fallzahl	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
tief	unter Fallzahl	1250	600	905	600	1256	714	151	128	90	751	131	350	718	
mittel	unter Fallzahl	2550	1370	1960	1110	3187	1885	220	241	200	1589	307	768	1421	
hoch	über Fallzahl	2550	1370	1960	1110	3187	1885	220	241	200	1589	307	768	1421	
226	Spital Uster	598	446	740		478	513	77		21	564	62	263	1220	11'020
227	Spital Limmattal	523	395	694		489	690	100	19	18	557	75	228	668	10'428
228	Spital Bülach	608	387	824		528	653	93		19	812	38	320	718	10'347
229	GZO Spital Wetzikon	571	368	703		513	714	65	18	23	646	67	313	552	10'150
230	St. Claraspital	466	406	778		97	792	299	133		567	84	215	572	10'116
231	Zuger Kantonsspital AG	837	240	638		566	593	132	31	19	528	91	271	837	10'097
232	Hirslanden Klinik Aarau	244	228	372	456	85	176	54	26	14	958	124	79	214	9'921
233	Spital Zollikerberg	257	138	466		360	690	86			543	80	374	434	9'739
234	Stadtsptal Waid	567	393	1200		797	934	166	23	28	212	55	566	538	9'151
301	Hôpital Riviera-Chablais	1243	530	1798		1116	1897	208	34	25	1127	159	768	1076	20'580
302	Spitäler Schaffhausen	623	479	868		696	532	92	29	31	525	69	350	421	10'067
	EHC Ensemble hospitalier de la Côte	479	222	942	93	444	659	151		11	776	114	450	345	9'930
304	Spitäler FMI AG	481	303	660		463	746	72		19	767	72	326	464	9'725
305	Regionalspital Emmental AG	590	356	952		464	776	83		13	838	79	275	547	9'640
306	Hôpital du Jura	519	298	903		589	598	93		17	499	20	304	548	8'920
	Spitalregion Fürstenland Toggenburg	474	297	612		354	576	44		25	531	35	241	304	8'609
308	SRO Spital Region Oberaargau AG	673	494	881		609	625	110		22	473	66	254	1128	8'446
	Spitalverbund Appenzell Ausserrhoden, Akutsomatisches Spital Heiden-Herisau	387	238	428		273	442	60		11	387	50	184	307	8'396
309	Kreisspital für das Freiamt	365	202	643		243	424	64			1070	71	199	233	7'767
311	Gesundheitszentrum Fricktal	453	137	615		332	698	61			618	107	183	364	7'666
	Groupement Hospitalier de l'Ouest Lémanique (GHOL)	363	170	471		365	481	49			778	86	178	619	7'665
312	Spital Männedorf AG	337	223	391		401	514	58			456	46	273	509	7'203
314	Klinik Im Park	462	207	231	304	40	61	75	40	15	587	75	27	73	7'184
315	Hôpital de la Tour	377	333	545	55	57	287	78	30		339	35	174	94	6'699
316	Clinique Générale-Beaulieu							218	23		574	41	51	18	6'552
317	Spital Schwyz	344	150	341		291	393	70			409	50	159	340	6'407
318	Spital Linth	351	256	434		313	454	18			369	12	154	151	6'273
401	Hirslanden Lausanne SA	124	48	247	290	18	96	49	14		640	98	62	109	7'387
	Hirslanden Klinik Stephanshorn							20			393	35	13		6'551
403	Bethesda Spital AG			30				24					71	25	6'204
	Hôpital Interkantonal de la Broye (HIB)	366	133	495		354	646	30		15	326	50	219	380	6'016
404	Privatklinik Linde AG	52	12	73		53	147	52			512	27	29	85	5'496
405	Spital Lachen	373	143	343		256	303	50			448	38	139	318	5'302
407	Spital Zofingen AG	276	125	528		219	468	78		11	582	50	167	355	5'240
	Clinica Luganese SA Sede Moncucco	61	21	338		82	478	124	14		371	61	91	255	5'058
409	Clinique des Grangettes SA			71			66	37			48		44	18	4'994
410	Kantonsspital Nidwalden	222	170	298		207	208	63			437	48	159	211	4'974
411	Kantonsspital Glarus	301	218	319		245	290	41			461	17	127	260	4'953
412	Hôpital du Jura bernois SA	211	159	465		291	490	51			400	59	165	907	4'781
413	Clinique de La Source	64	40	124			95	91	27		544	71	65	51	4'619
	Salus Medica Clinic SA Clinica Sant'Anna			58			42	38						113	4'412
414	Andreas Klinik	18		32		34	85	33			524	41	42	46	4'309
416	Spital Affoltern	153	103	205		115	338	26			301	13	89	99	3'994
	Asana Gruppe AG Spital Leuggern	75	19	160		45	244				538	11	88	56	3'797
418	Kantonsspital Uri	296	115	368		231	287	40			391	32	118	220	3'711
419	Spital Einsiedeln	172	48	151		104	166	19			418	23	70	254	3'620
420	Privatklinik Bethanien AG			43		11	71	36			497	73	19	26	3'593
421	Clinica Santa Chiara SA	85	47	219		144	304	26			121	19	49	133	3'585
	Asana Gruppe AG Spital Menziken	189	101	378		104	518				287	21	83	161	3'443
423	Kantonsspital Obwalden	218	173	264		159	251	13			300	26	90	208	3'316
424	Spital Oberengadin	148	43	94		162	176	23			141	29	114	119	3'019
425	Klinik Villa im Park AG										350				2'674
426	Regionalspital Surselva	130	50	263		107	224	17			170	14	123	122	2'540
427	Spital Davos Akutabteilung	122	54	161		109	124				238	20	99	79	2'264
428	Flury Stiftung Regionalspital Prattigau	108	51	105		56	166				104		59	52	1'756

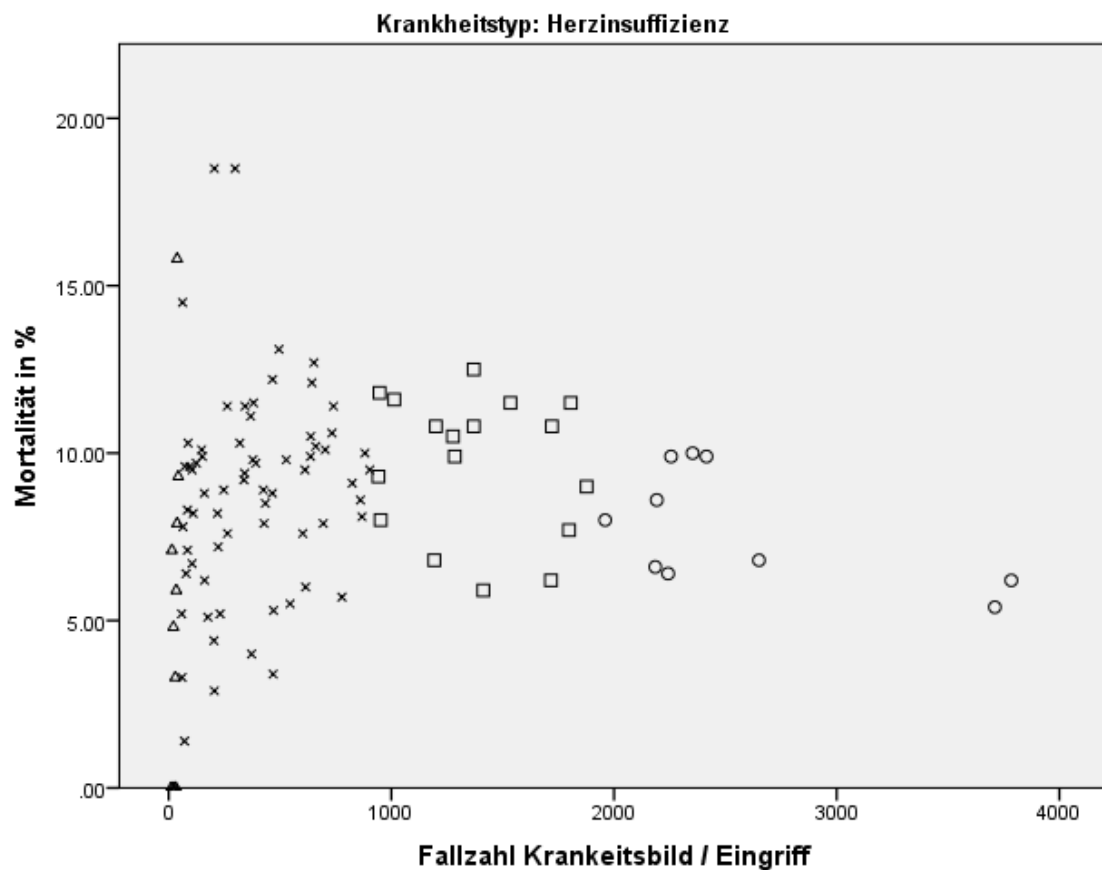
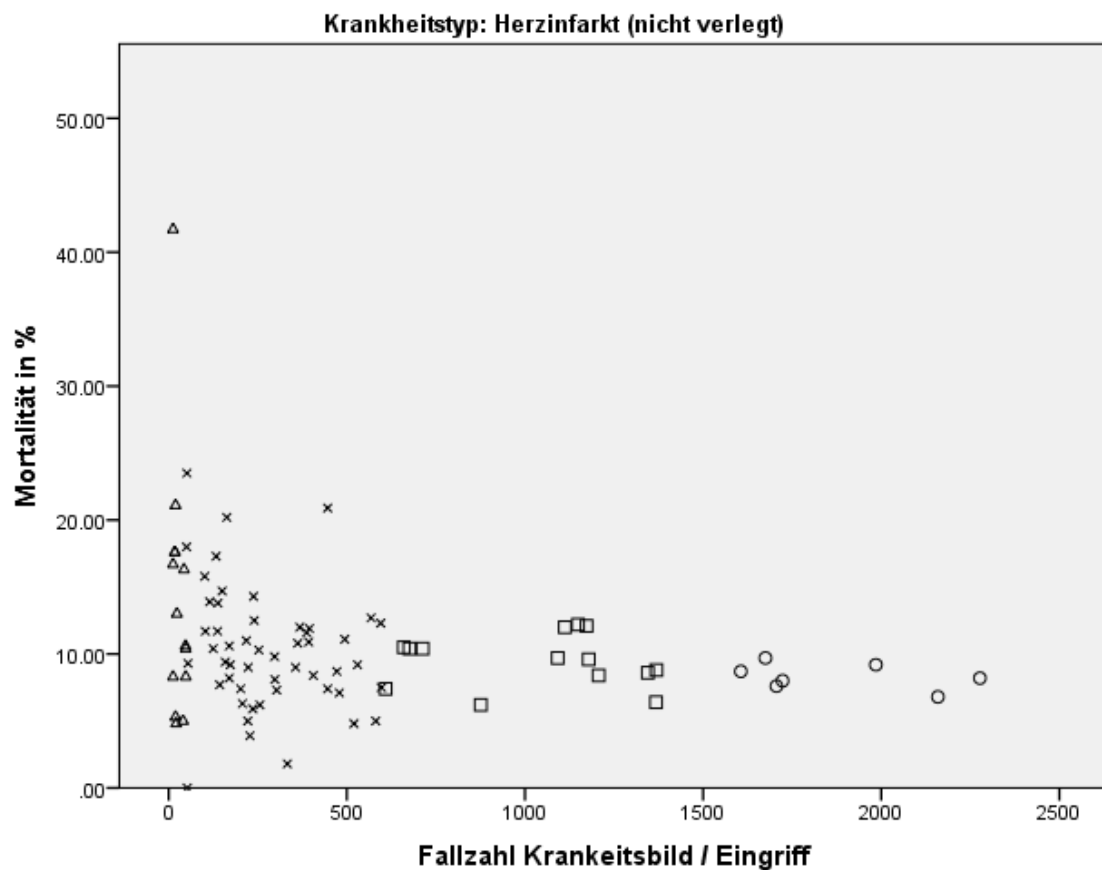
		Herzinfarkt	Herzinfarkt (nicht verlegt)	Herzinsuffizienz	Koronargefäß-OP	Schlaganfall	Pneumonie	Kolonresektion	Pankreasresektion	Aortenaneurysma rupturiert	Hüft-Endoprothese	Hüft-TEP-Wechsel	Schenkelhalsfraktur	Sepsis	Austritte
sehr tief	unter Fallzahl	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
tief	unter Fallzahl	1250	600	905	600	1256	714	151	128	90	751	131	350	718	
mittel	unter Fallzahl	2550	1370	1960	1110	3187	1885	220	241	200	1589	307	768	1421	
hoch	über Fallzahl	2550	1370	1960	1110	3187	1885	220	241	200	1589	307	768	1421	
501	Hôpital Jules Daler						11	54			208	11			6'723
502	Clinique Générale - Ste-Anne SA										997	181	12		3'753
503	Privatklinik Obach AG							14			768	46			3'006
504	Paracelsus-Spital Richterswil AG	21		84		27	85						12	87	2'832
505	Cardiocentro Ticino (CCT)	2188	362	469	493					11				17	2'807
506	Clinique de Genolier	21	19	110		18	148	30			215	42	25	25	2'568
507	GSMN Neuchâtel SA	70	17	203		43	129				1143	144	23	72	1'893
508	Clinique la Prairie SA										112				1'822
509	Spital Thusis	71	23	148		76	162				90	11	95	130	1'713
510	Klinik Lindberg			21		11	52	22			335	18	13	11	1'668
511	Klinik Arlesheim AG	75	52	176		44	239							46	1'536
512	Klinik Seeschau AG										331	29			1'502
513	Clinica Luganese SA Sede San Rocco	55		222		125	65						136	109	1'312
514	Center da Sanda Engiadina Bassa Ospidal d'Engiadina Bassa	42	12	105		52	133				69		65	37	1'129
515	Kantonales Spital Appenzell	24		87		45	76				187		41	14	937
516	Clinica fondazione G. Varini Ospedale Malcantonese	18		64		23	12						56	11	710
517	Fondazione Giuseppe Rossi	11		84		30	40							14	670
518	Hôpital du Pays d'Enhaut	41	17	62		57	80				87	20	49	47	625
519	Kreisspital Surses	35	12	38		20	96						32	72	565
520	Klinik Susenberg			34		17							67	30	527
521	Ospedale San Sisto Akutabteilung	23		78		30	112						30	30	527
522	Center da Sanda Val Müstair Akutabteilung	15		38			27						12		138
523	Ospedale casa di cura della Bregaglia divisione acute			14			32								48
601	Schulthess-Klinik										3549	859	37		7'694
602	Merian Iselin										2913	272	18		6'886
603	Uniklinik Balgrist										1589	446	67	21	5'187
604	Clinique la Colline			29		60	16	12			1068	85	125	31	3'818
605	Hirslanden Klinik Am Rosenberg AG										964	62	12		3'624
606	Clinica Ars Medica SA										1470	174	105		3'222
607	Hirslanden Klinik Birschof										616	41	24		3'171
608	Klinik Gut St. Moritz AG										548	80	70		2'253
609	Berit Paracelsus-Klinik AG										655	49			1'935
610	Klinik Pyramide am See AG										75				1'921
611	Clinique de Valère SA, Clinique Générale			20			64				1113	58			1'751
612	Herz-Neuro-Zentrum Bodensee AG	1029	597	205	338	103									1'711
613	Hirslanden Klinik Belair										530	27			1'456
614	Klinik Siloah			11			12				380	89	23		1'395
615	Limmattklinik AG														1'226
616	Praxisklinik Rennbahn AG														1'165
617	Klinik Hohmad AG										211				1'131
618	Hirslanden Klinik Meggen										174	22			1'052
619	Clinique de Montchoisi										148	92			1'001
620	Uroviva Klinik für Urologie														955
621	Adus Medica AG										20				724
622	Venenklinik Bellevue AG														590
623	Rosenklinik am See AG										27				550
624	Clinica CIC										228	15			538
625	Clinique de Carouge			60			43								384
626	Clinique de la Plaine														295
627	Clinique Montbrillant SA														280
628	Klinik Pyramide Schwerzenbach										24				277
629	Nouvelle Clinique Vert-Pré														246
630	Clinique CIC Valais SA														188
631	Clinique Médico-Chirurgicale de Longeraie SA														145
632	Clinique de la Tour SA														107
633	Klinik Tiefenbrunnen														96
634	Privatklinik Piano														20
635	Eulachklinik AG														6

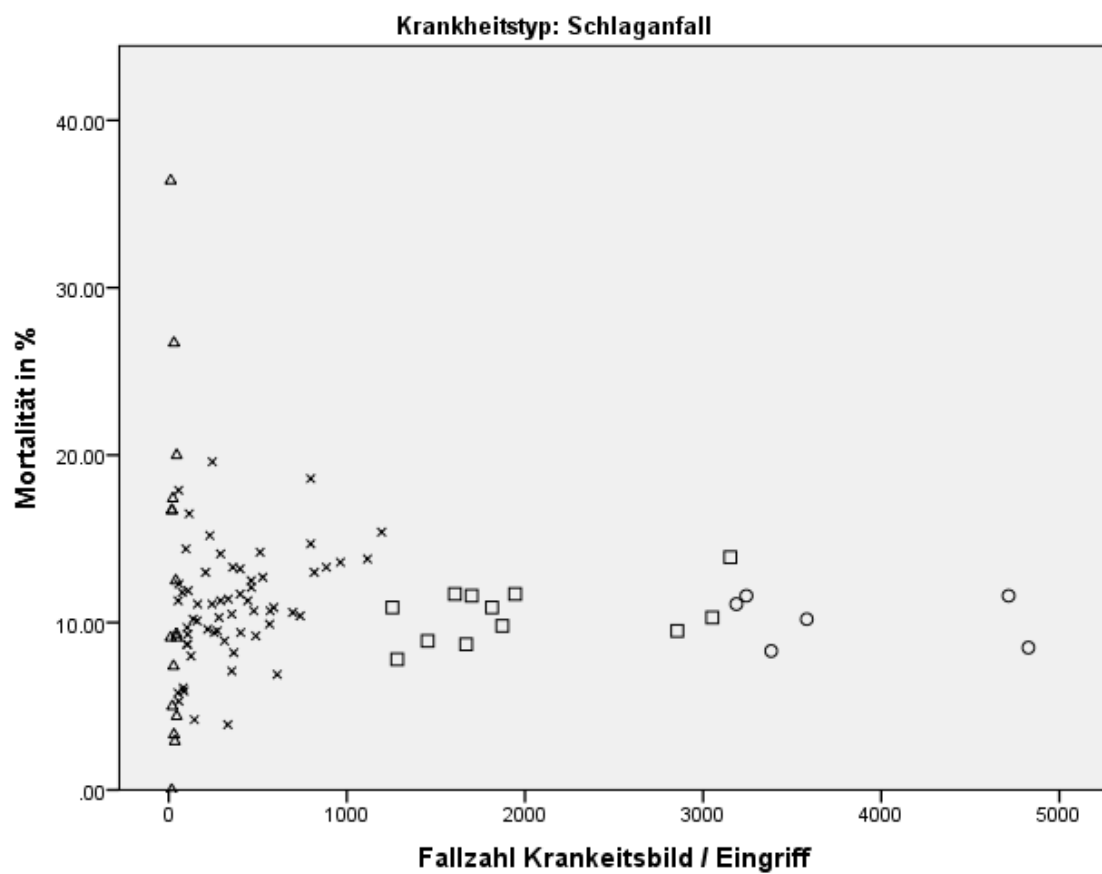
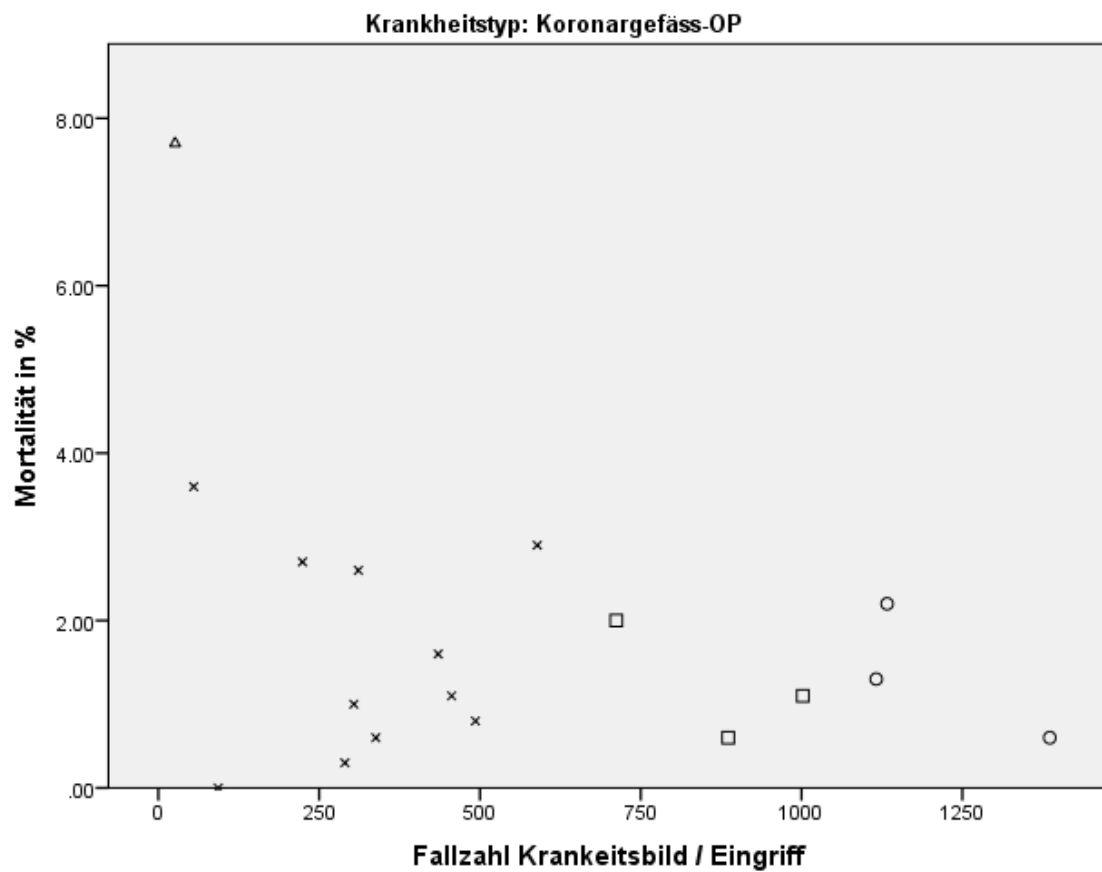
Tabelle 49: Übersicht Spitäler (inkl. Fallzahlen und Gruppenzuordnung)

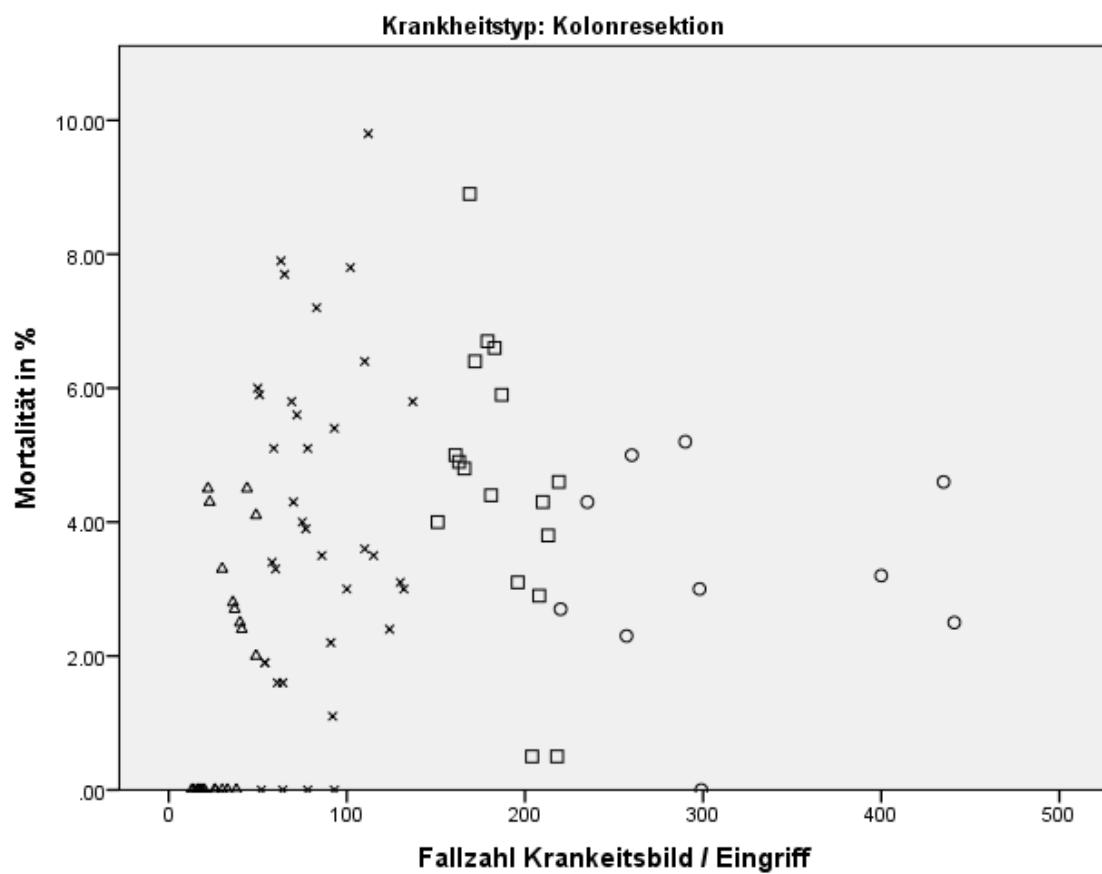
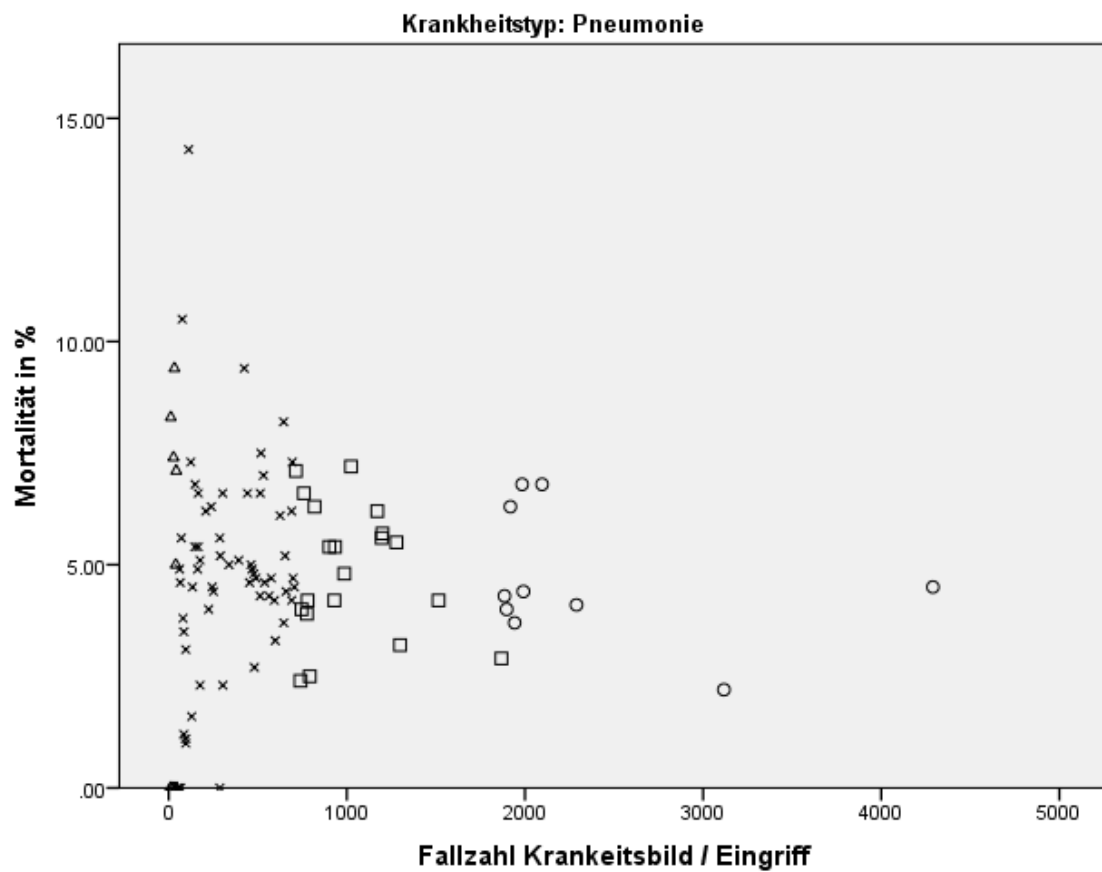
C. Anhang: Streudiagramme beobachtete Mortalität

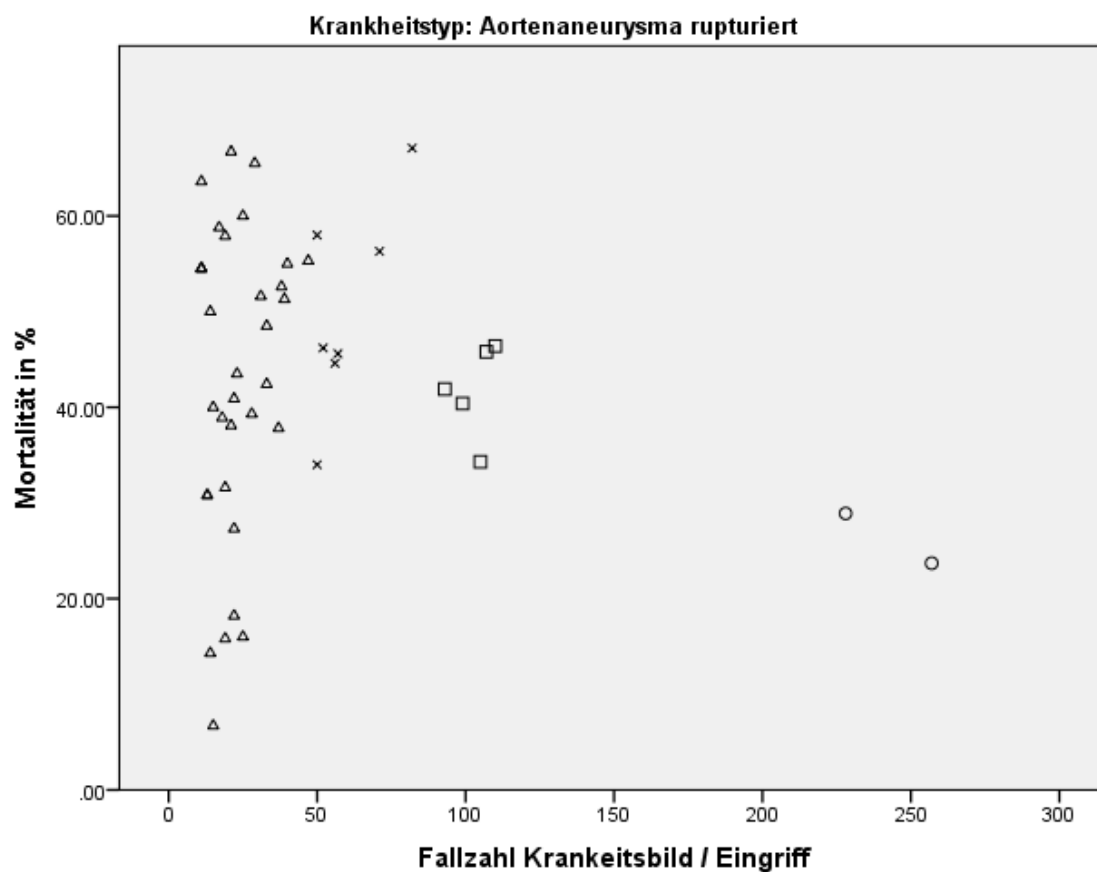
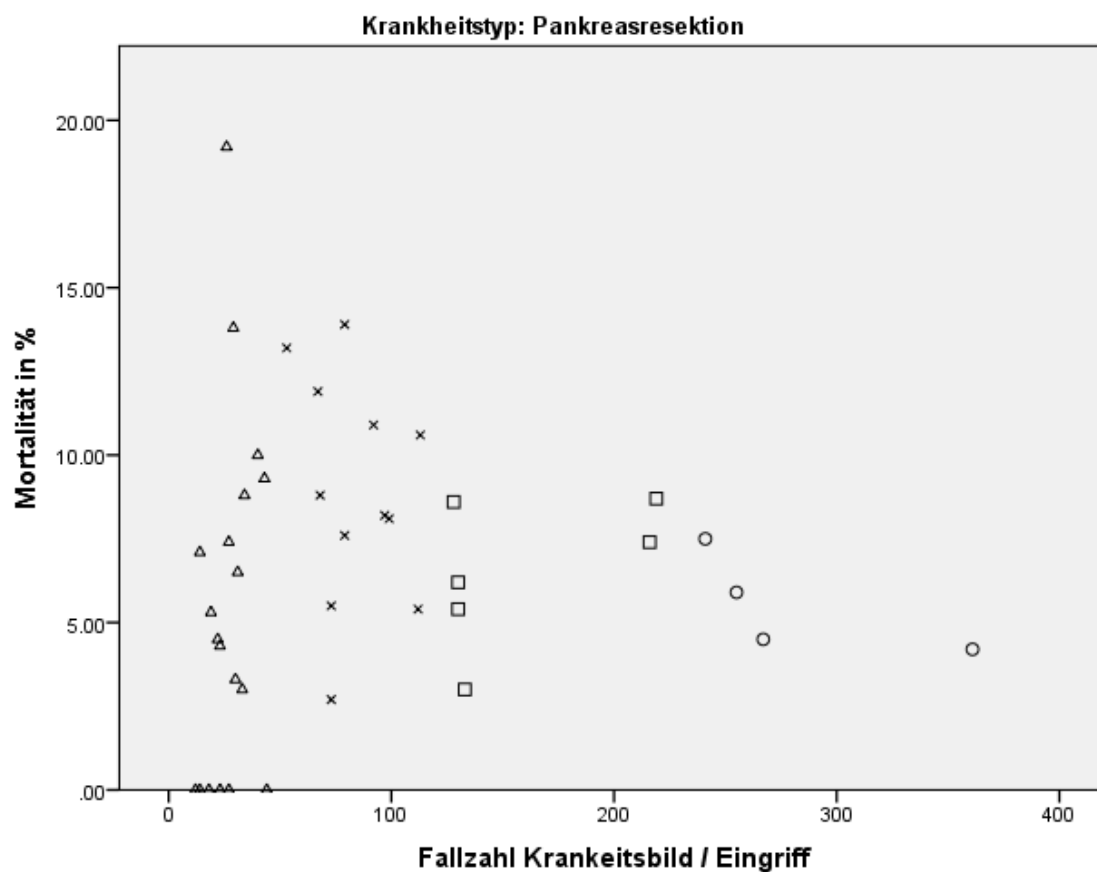
Legende:

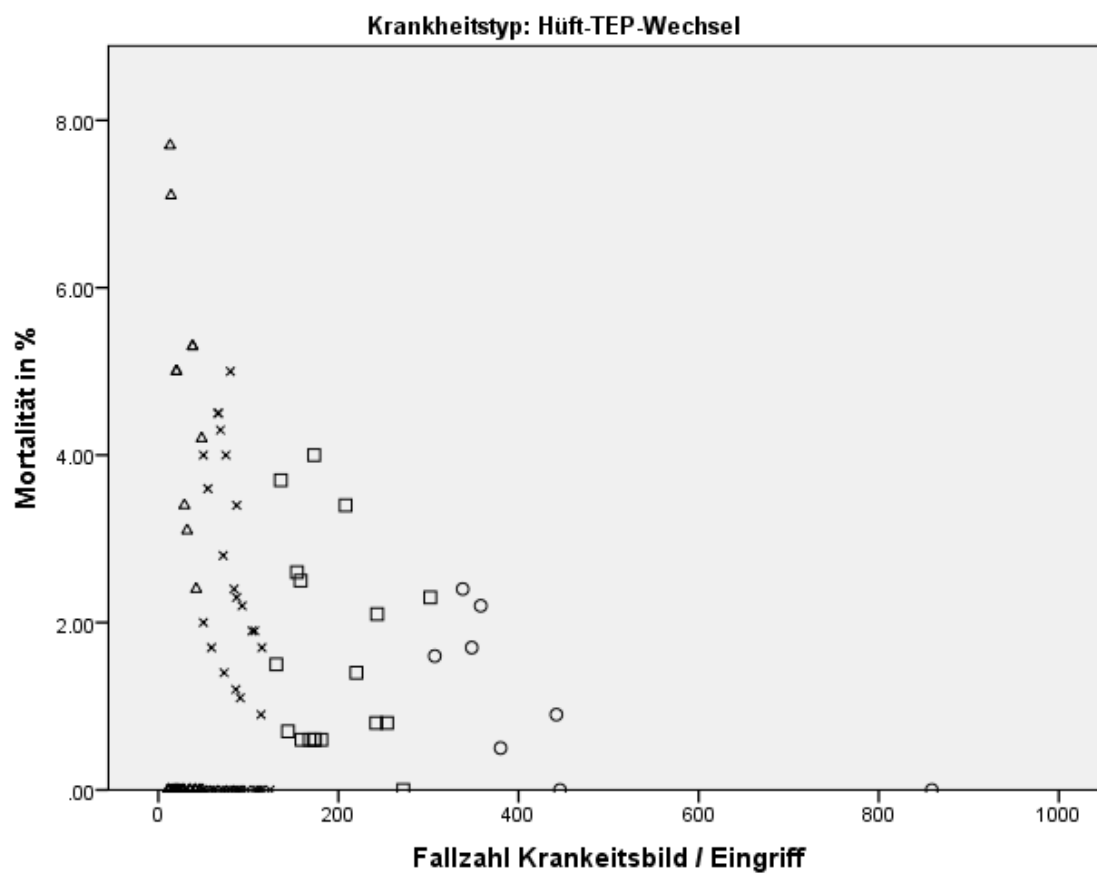
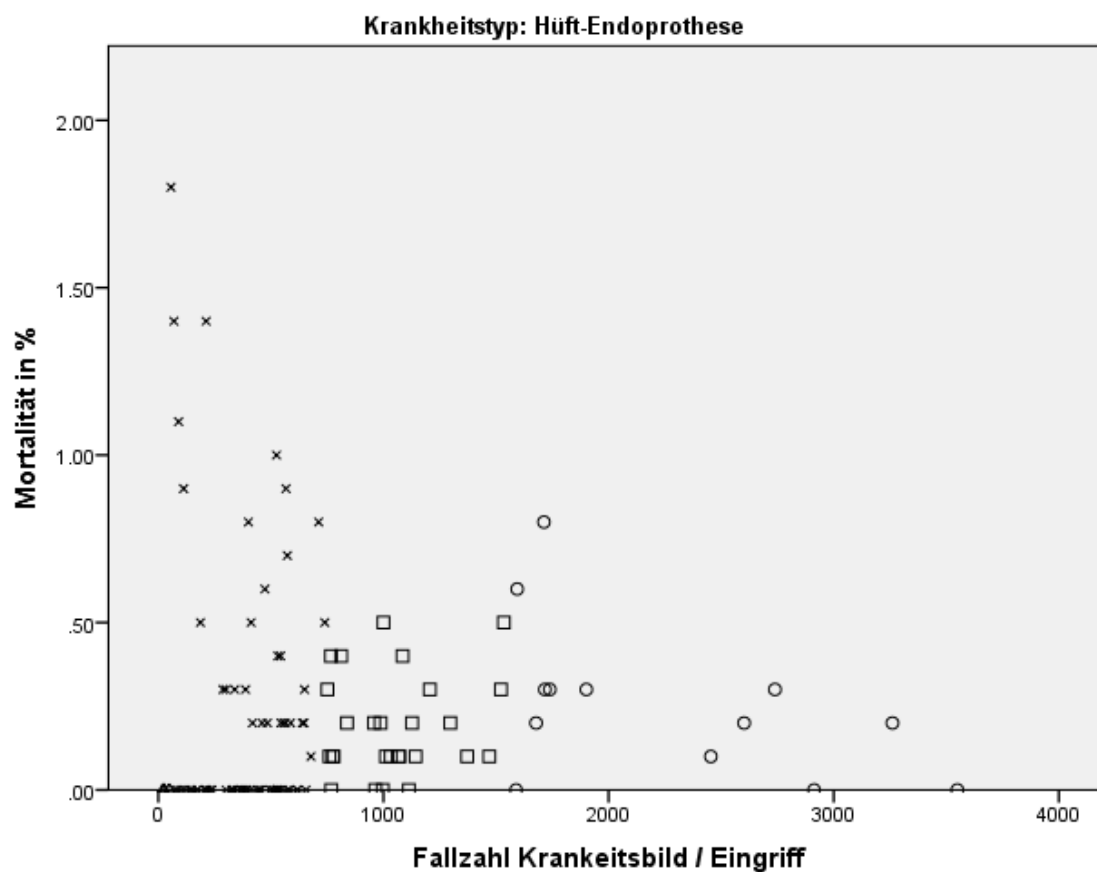


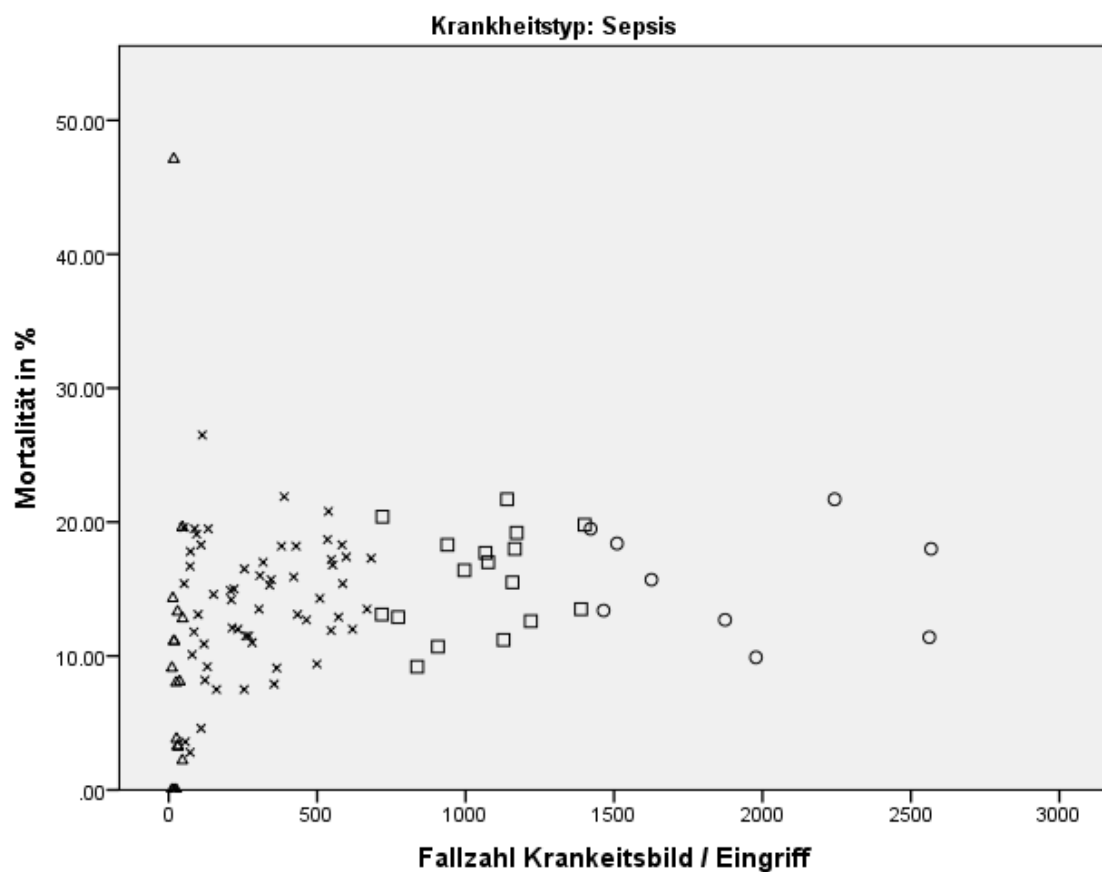
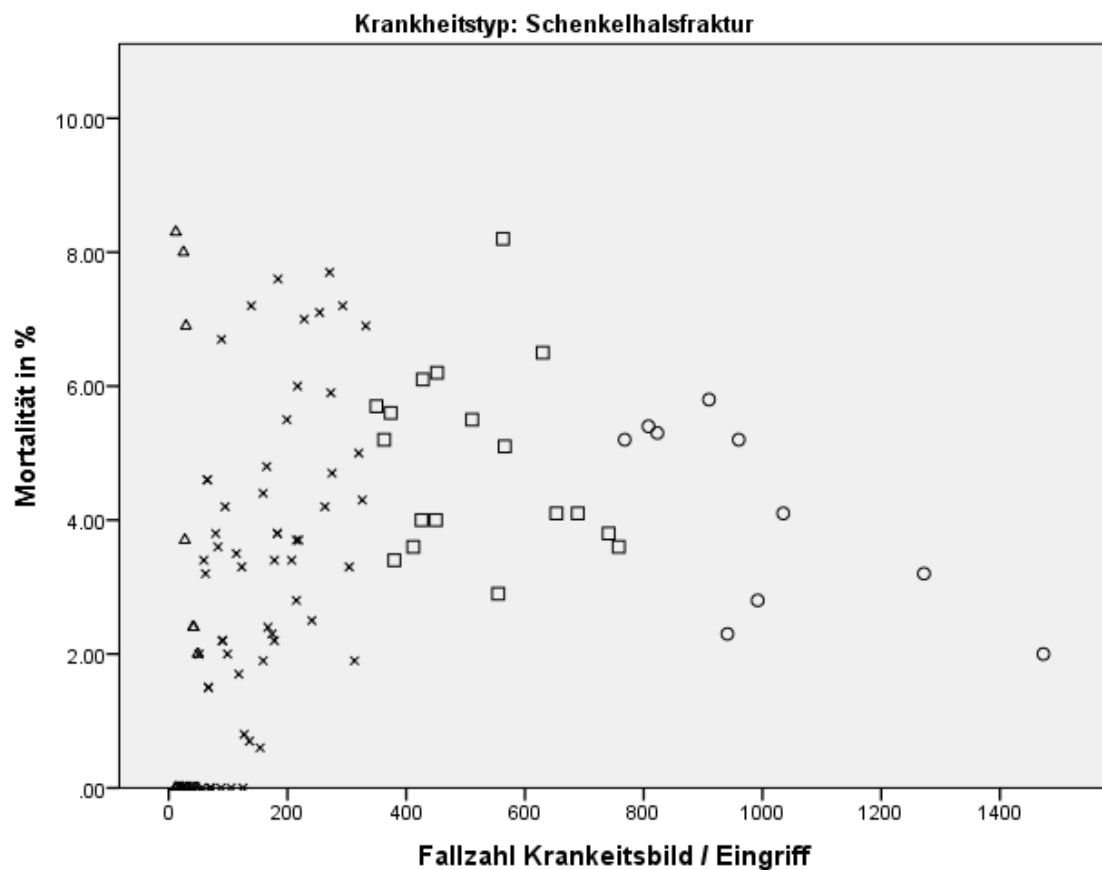






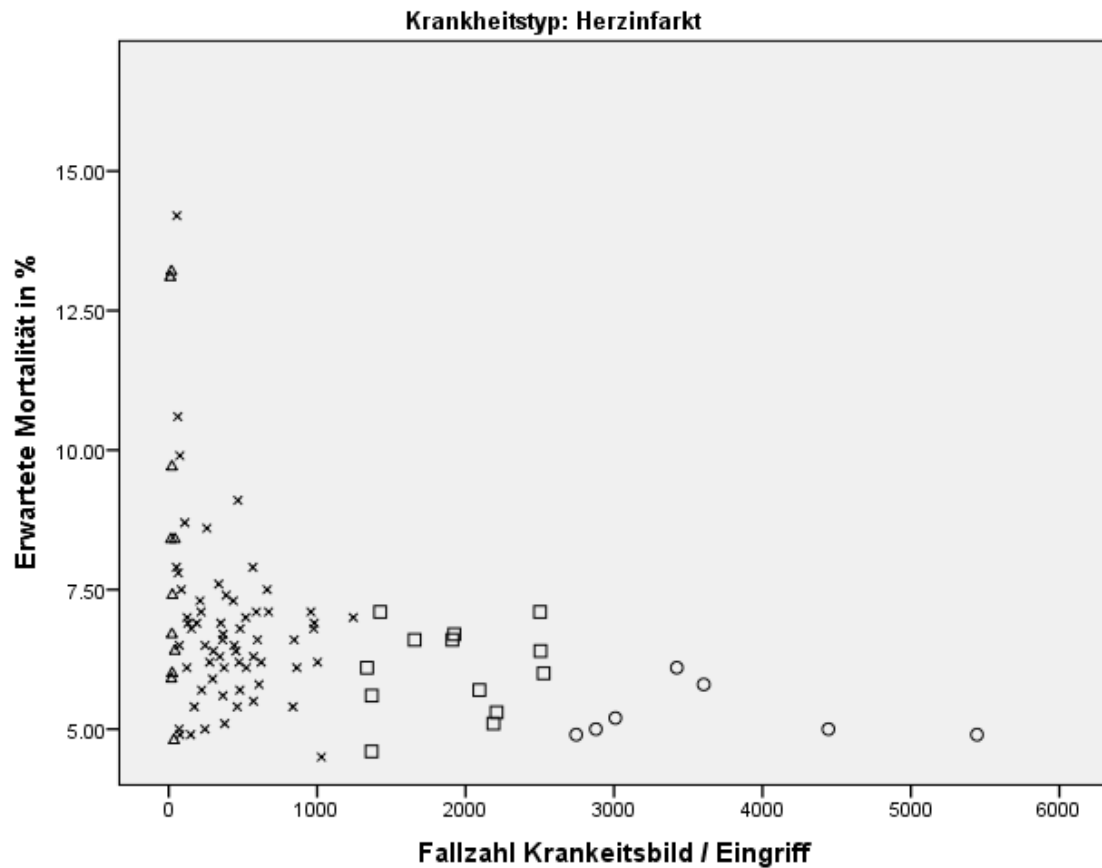


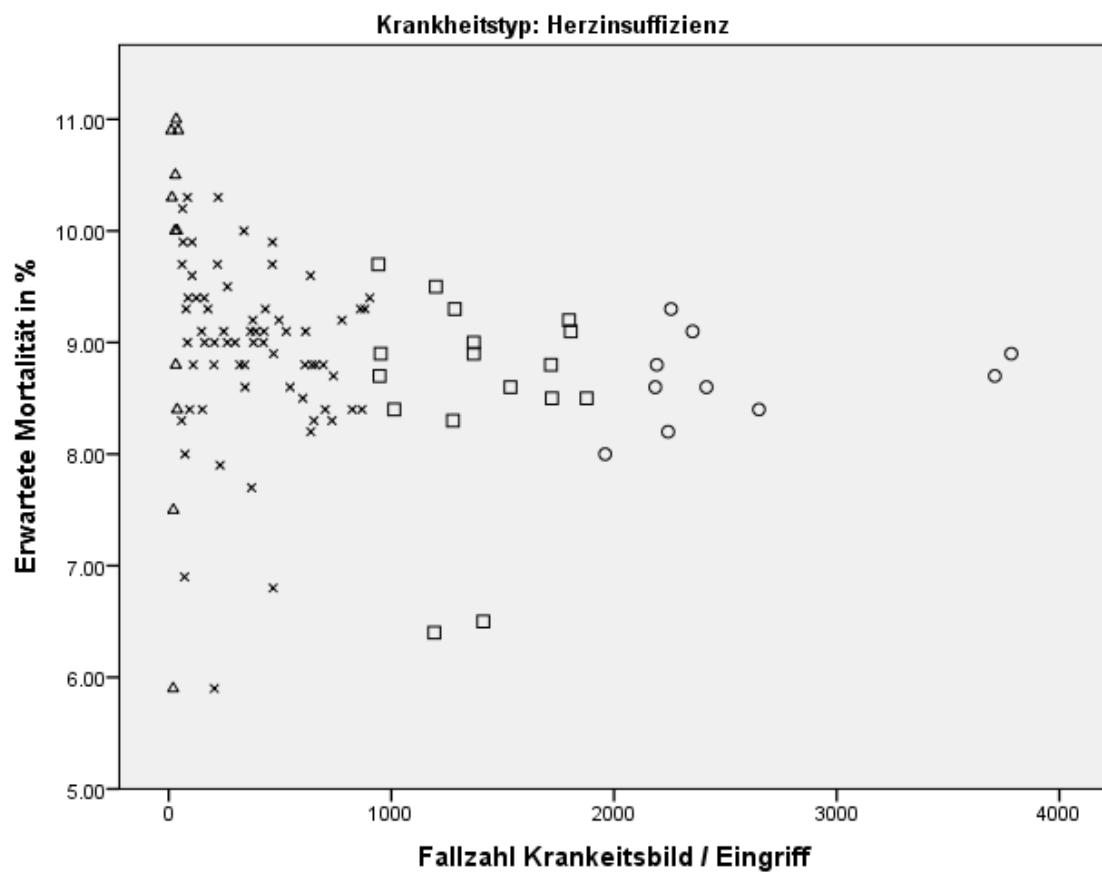
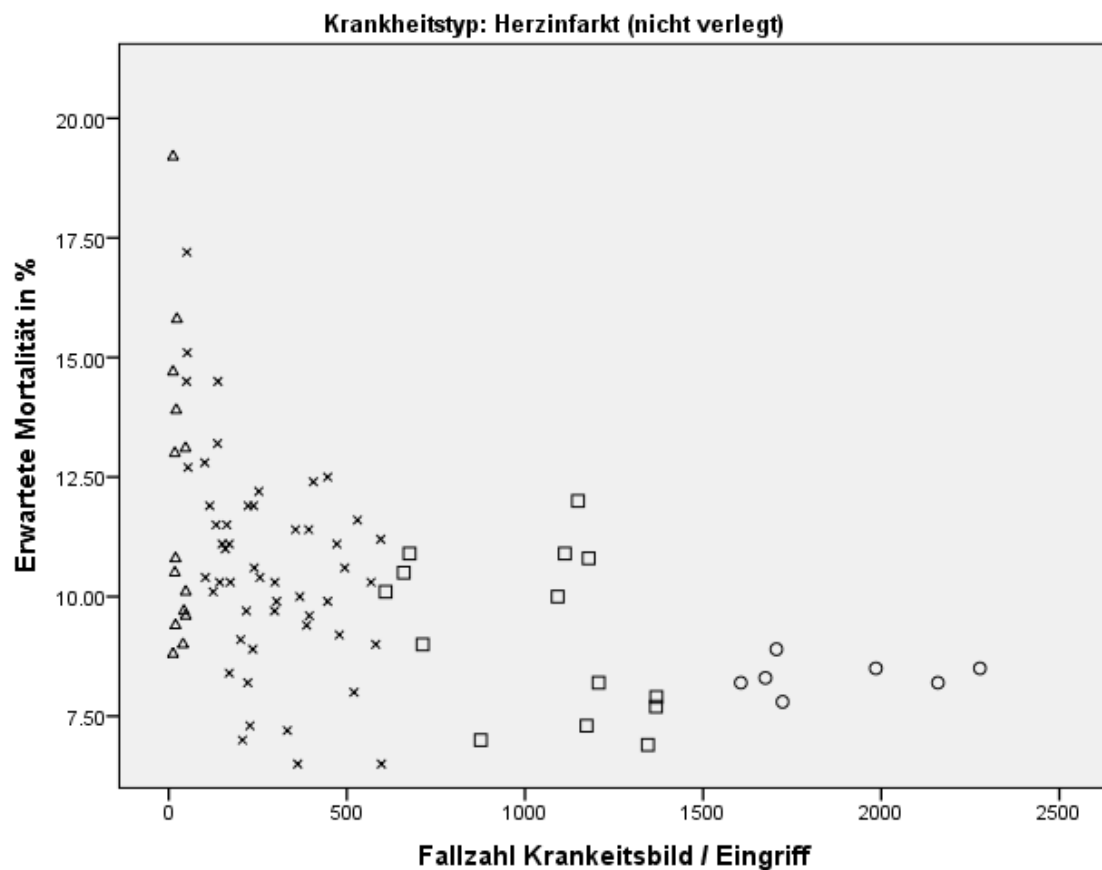


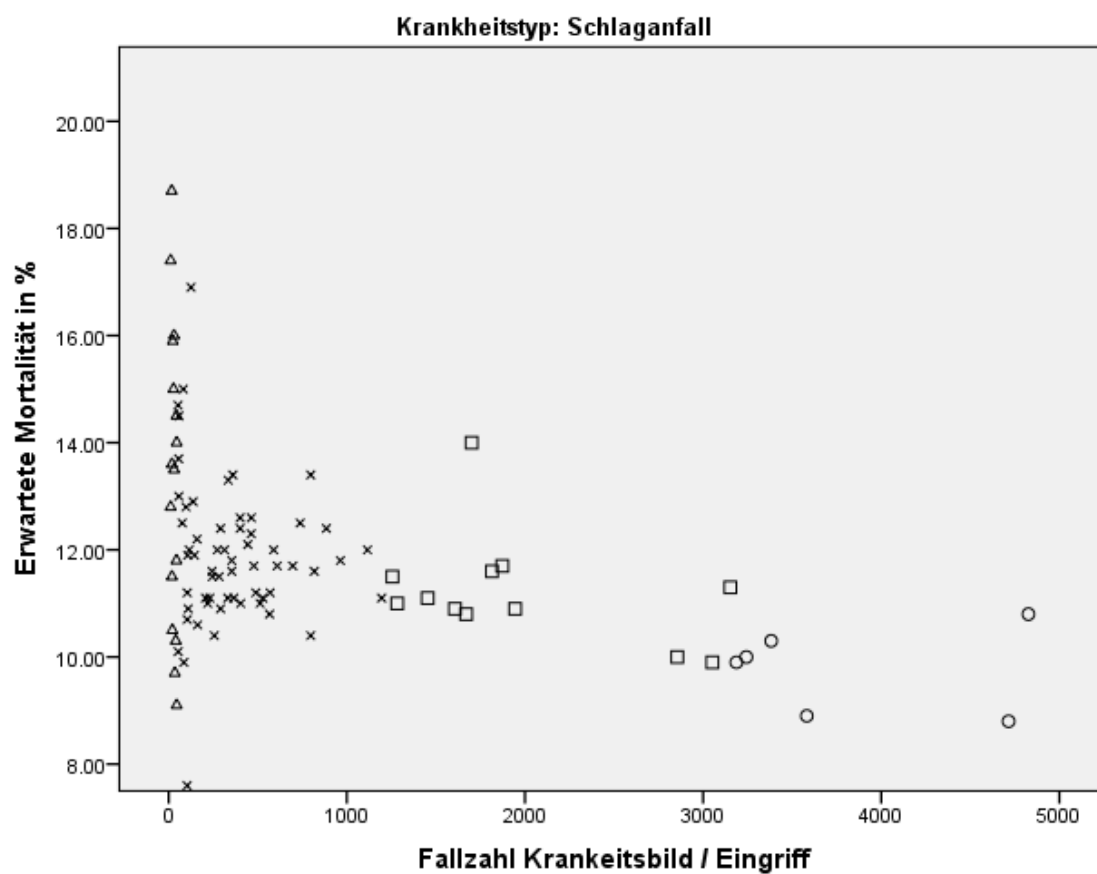
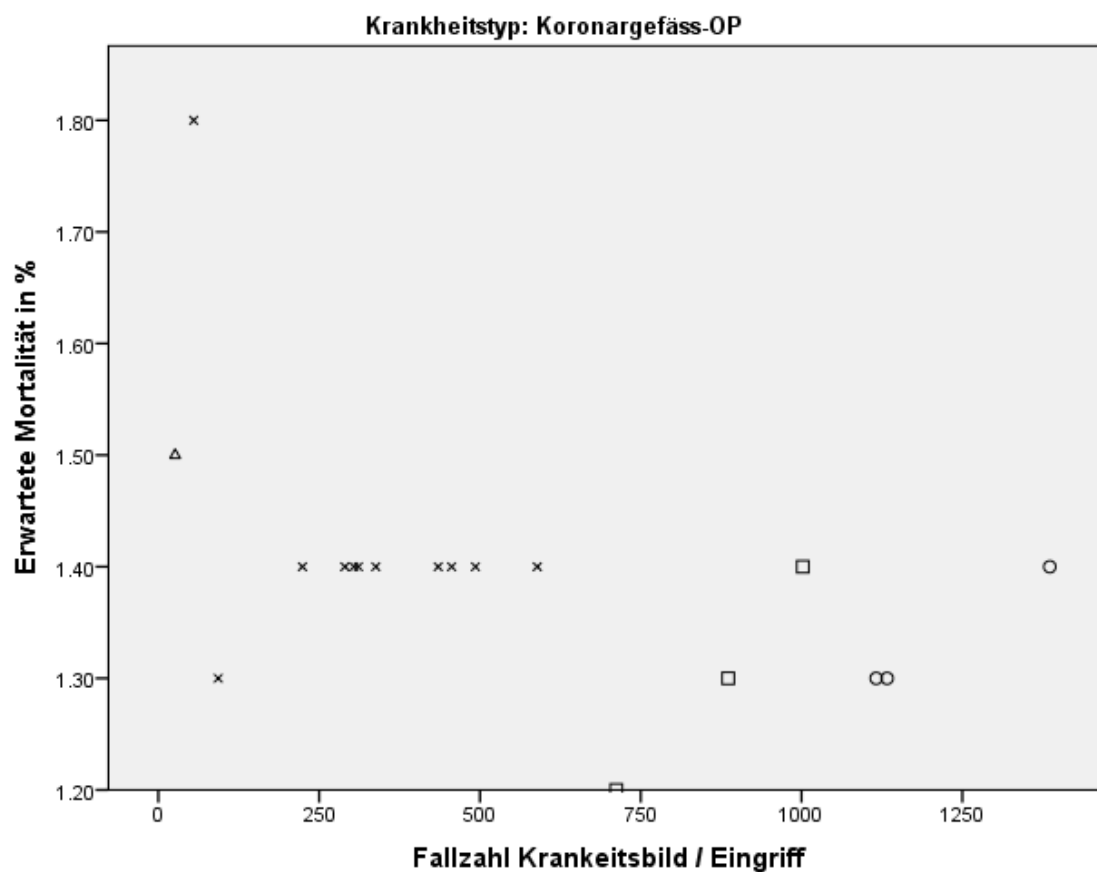


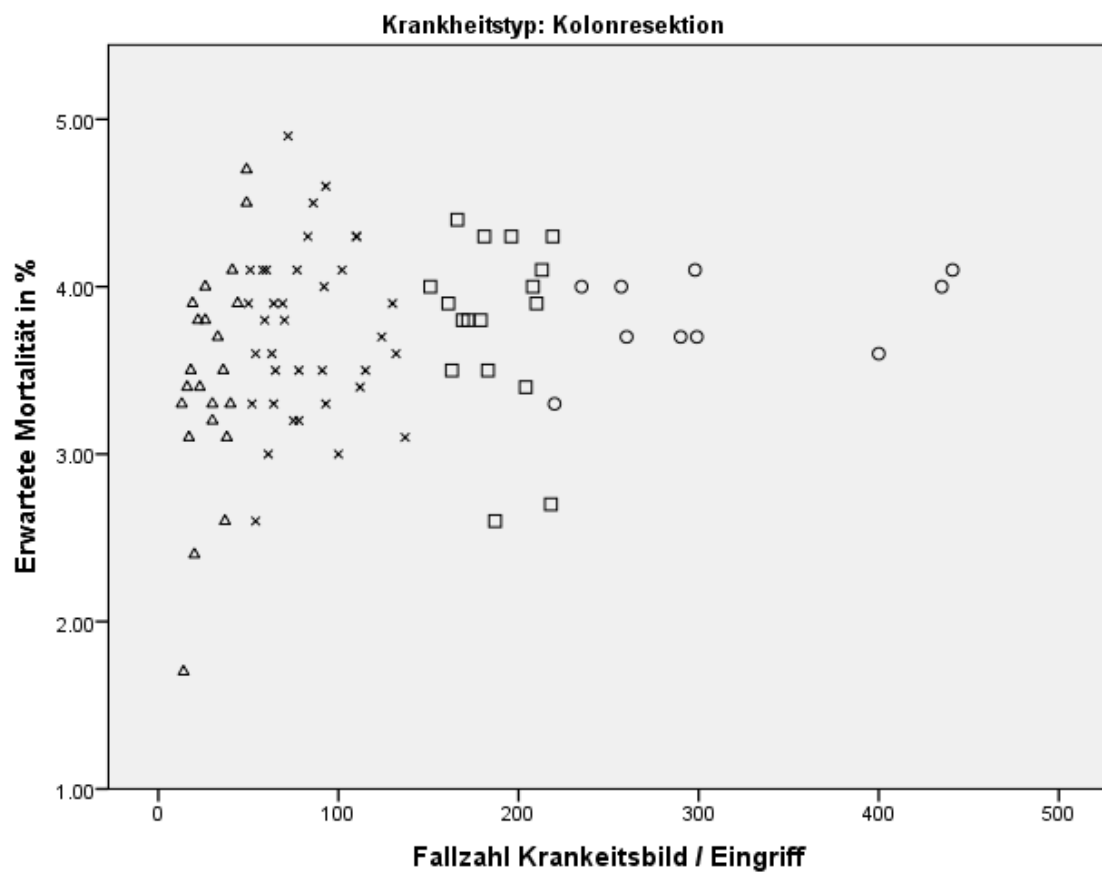
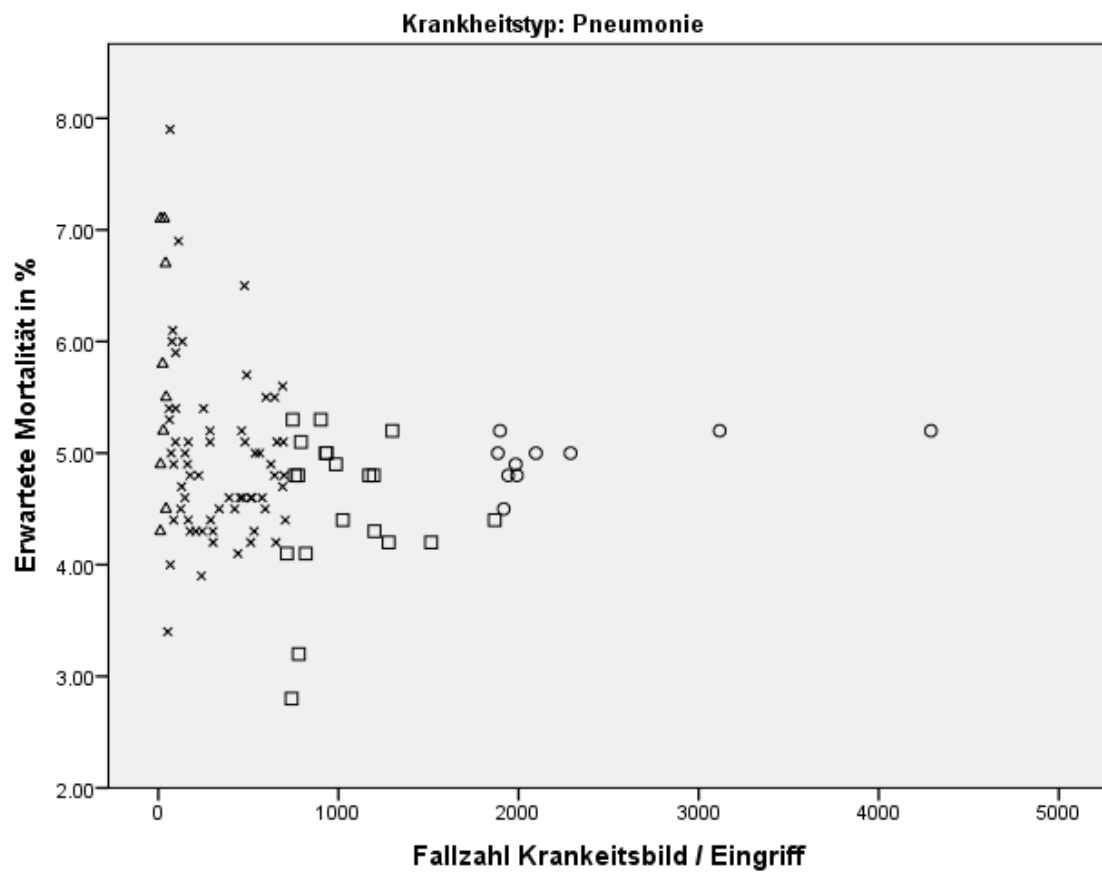
D. Anhang: Streudiagramme erwartete Mortalität

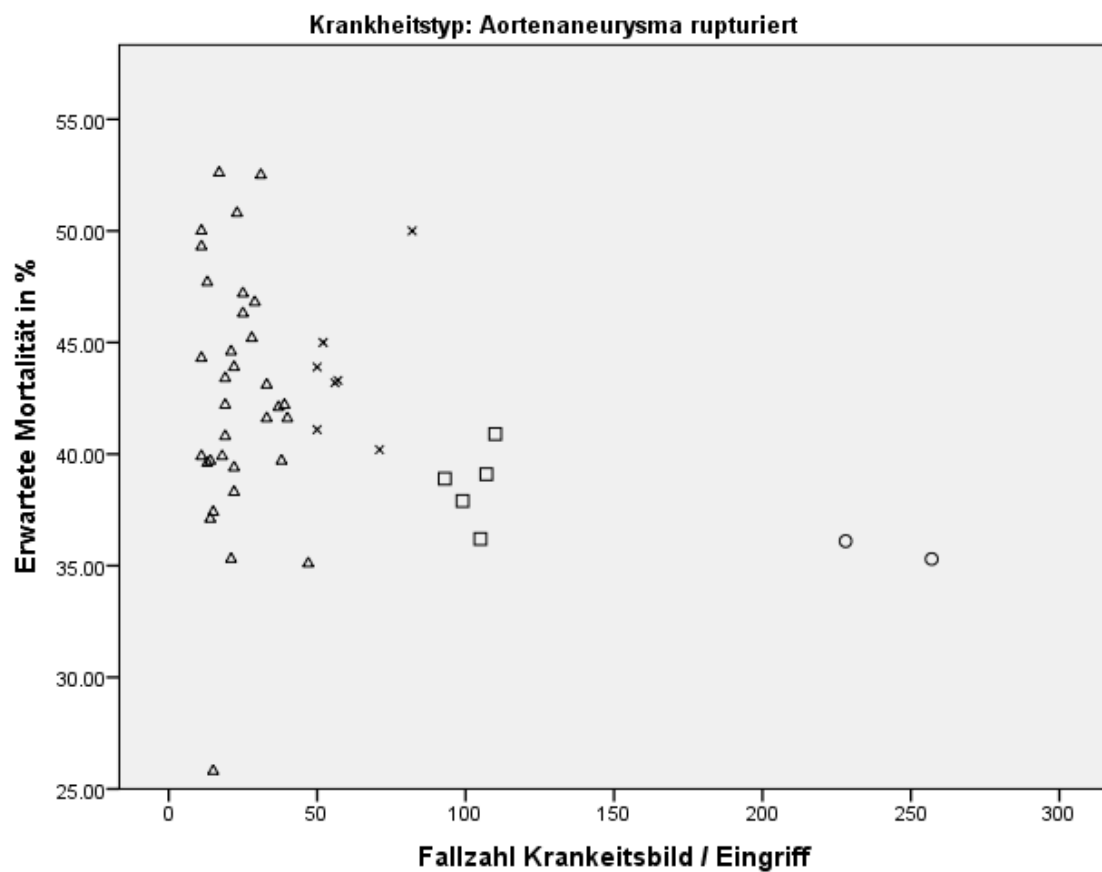
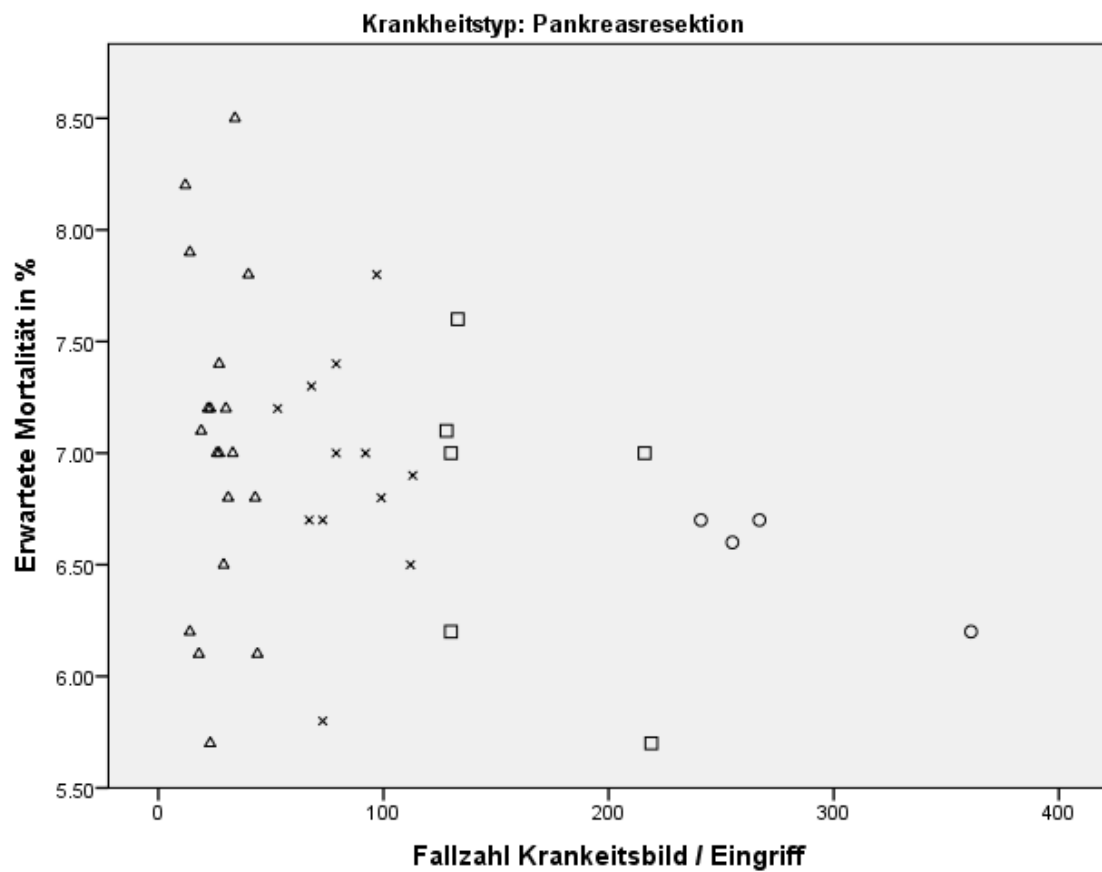
Legende:

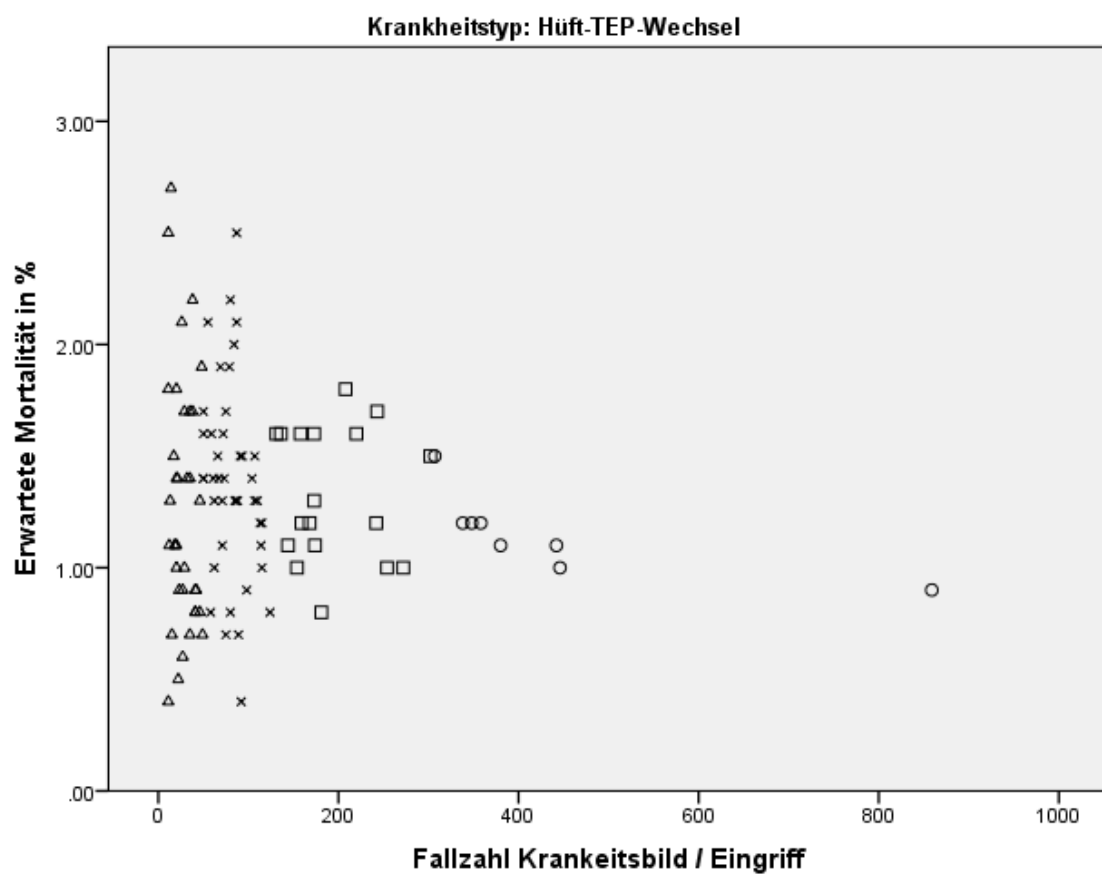
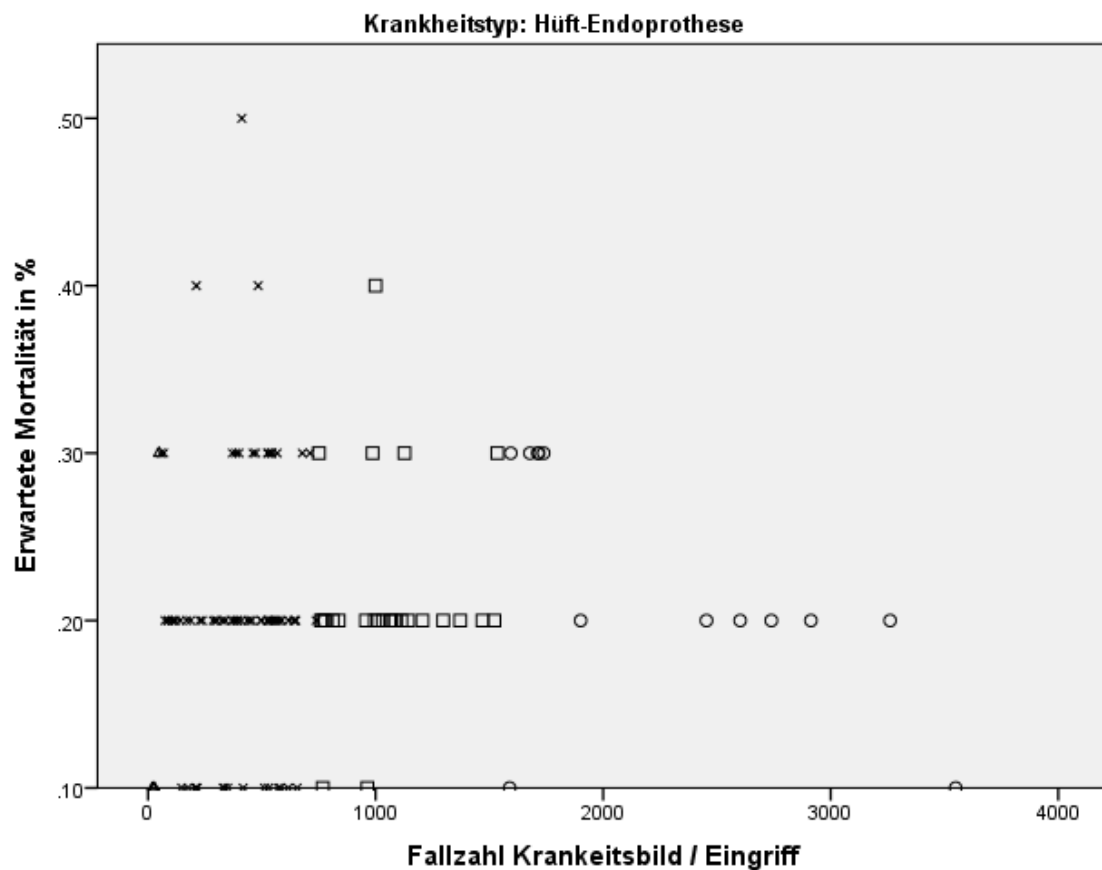


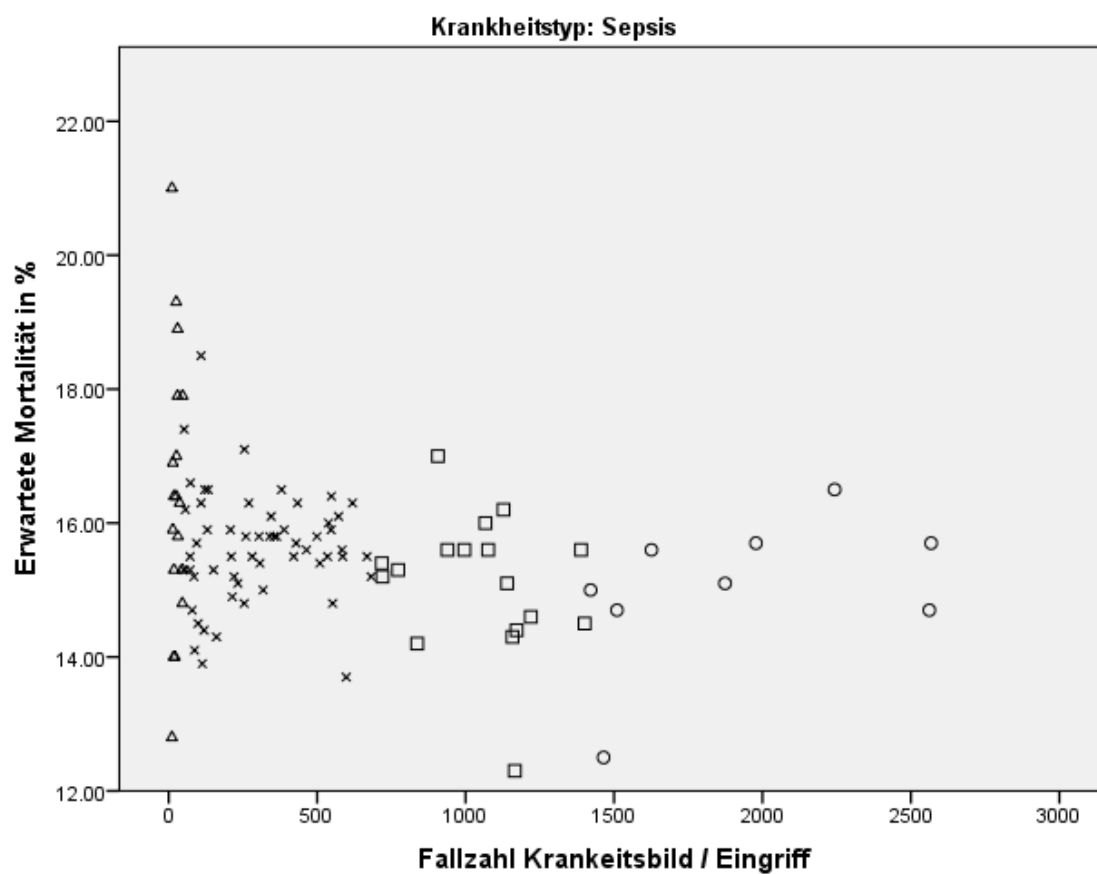
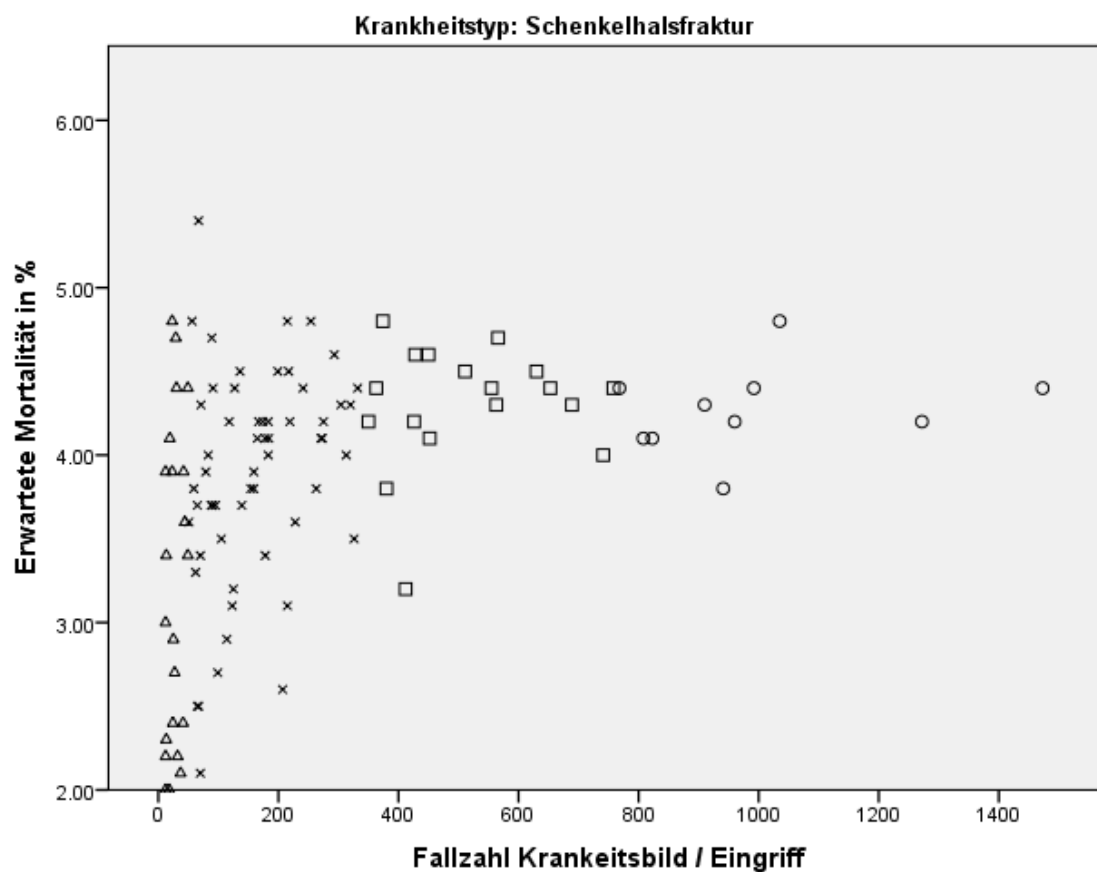












E. Anhang: Übersicht beobachtete Mortalität

	Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Anzahl Spi-täler	Anzahl Fälle	Beobachtete Mortalität	OR	95% CI LL	UL	P
Herzinfarkt	hoch	549	1'089	7	25'548	1'338 5.2%	1			
	mittel	267	505	13	25'011	1'569 6.3%	1.21	1.12	1.31	< 0.01
	tief	10	249	63	26'219	1'670 6.4%	1.23	1.14	1.33	< 0.01
	sehr tief	2	8	11	269	24 8.9%	1.77	1.16	2.71	< 0.01
Herzinfarkt (nicht verlegt)	hoch	321	455	7	13'131	1'087 8.3%	1			
	mittel	122	274	14	14'528	1'371 9.4%	1.15	1.06	1.25	< 0.01
	tief	10	119	51	14'336	1'396 9.7%	1.20	1.10	1.30	< 0.01
	sehr tief	2	10	14	378	46 12.2%	1.54	1.12	2.10	< 0.01
Herzinsuffizienz	hoch	392	757	10	25'749	1'946 7.6%	1			
	mittel	188	375	17	23'416	2'252 9.6%	1.30	1.22	1.39	< 0.01
	tief	12	181	67	25'413	2'319 9.1%	1.23	1.15	1.31	< 0.01
	sehr tief	2	9	11	310	18 5.8%	0.75	0.47	1.22	0.250
Koronargefäß-OP	hoch	223	277	3	3'635	48 1.3%	1			
	mittel	142	200	3	2'600	30 1.2%	0.87	0.55	1.38	0.560
	tief	11	118	11	3'588	55 1.5%	1.16	0.79	1.72	0.450
	sehr tief	5	5	1	26	2 7.7%	6.23	1.43	27.09	< 0.01
Schlaganfall	hoch	637	965	6	22'935	2'333 10.2%	1			
	mittel	251	631	12	23'664	2'529 10.7%	1.06	1.00	1.12	0.070
	tief	10	239	60	21'857	2'596 11.9%	1.19	1.12	1.26	< 0.01
	sehr tief	2	9	16	456	52 11.4%	1.14	0.85	1.52	0.390
Pneumonie	hoch	377	858	10	23'409	1'072 4.6%	1			
	mittel	143	374	20	20'430	981 4.8%	1.05	0.96	1.15	0.270
	tief	10	141	63	21'344	1'090 5.1%	1.12	1.03	1.22	< 0.01
	sehr tief	2	9	9	243	11 4.5%	0.99	0.54	1.81	0.970
Kolonresektion	hoch	44	88	10	3'135	103 3.3%	1			
	mittel	30	44	17	3'180	140 4.4%	1.36	1.05	1.76	< 0.05
	tief	10	27	36	2'984	121 4.1%	1.24	0.95	1.63	0.110
	sehr tief	3	10	22	641	12 1.9%	0.56	0.31	1.03	0.060

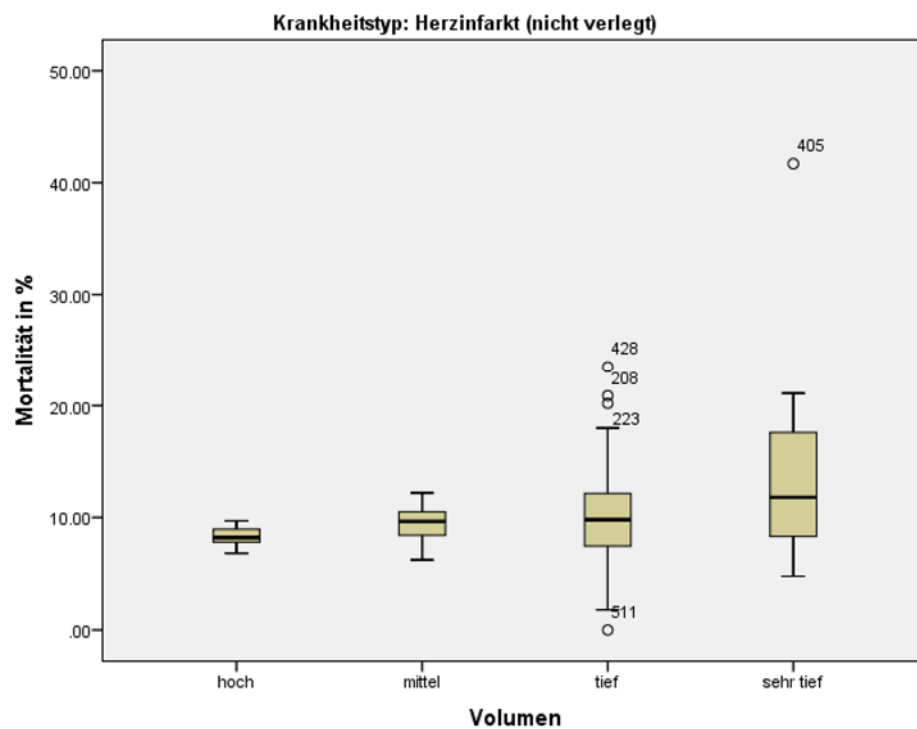
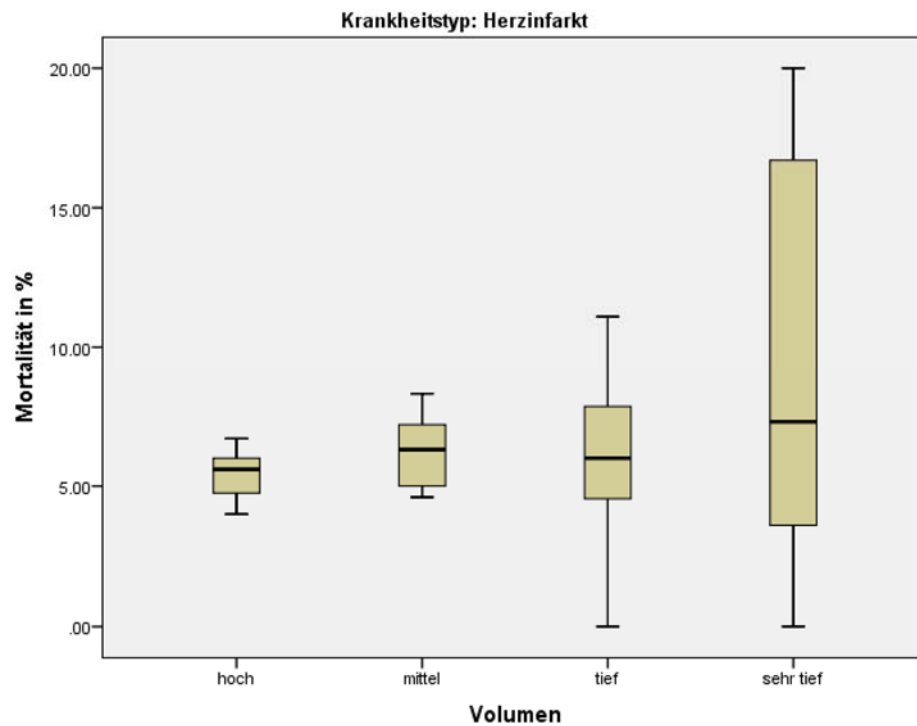
	Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Anzahl Spi-täler	Anzahl Fälle	Beobachtete Mortalität		OR	95% CI		P
									LL	UL	
Pankreasresektion	hoch	48	72	4	1'124	60	5.3%	1			
	mittel	26	44	6	956	65	6.8%	1.29	0.90	1.86	0.160
	tief	11	23	12	1'005	88	8.8%	1.70	1.21	2.39	< 0.01
	sehr tief	2	9	19	509	30	5.9%	1.11	0.71	1.74	0.650
Aortenaneurysma rupturiert	hoch	46	51	2	485	127	26.2%	1			
	mittel	19	22	5	514	215	41.8%	2.03	1.55	2.65	< 0.01
	tief	10	16	7	418	216	51.7%	3.01	2.28	3.98	< 0.01
	sehr tief	2	9	33	756	334	44.2%	2.23	1.74	2.86	< 0.01
Hüft-Endo-prothese	hoch	318	710	13	29'449	65	0.2%	1			
	mittel	150	307	27	28'207	55	0.2%	0.88	0.62	1.27	0.500
	tief	11	148	71	28'380	60	0.2%	0.96	0.67	1.36	0.810
	sehr tief	4	10	4	119	-	0.0%	1.00	1.00	1.00	0.610
Hüft-TEP-Wechsel	hoch	61	172	8	3'478	33	0.9%	1			
	mittel	26	60	18	3'492	54	1.5%	1.64	1.06	2.53	< 0.05
	tief	10	25	42	3'424	43	1.3%	1.33	0.84	2.09	0.220
	sehr tief	2	10	36	992	13	1.3%	1.39	0.73	2.64	0.320
Schenkelhalsfraktur	hoch	154	295	10	9'982	393	3.9%	1			
	mittel	70	152	18	9'301	447	4.8%	1.23	1.07	1.41	< 0.01
	tief	10	66	57	9'253	366	4.0%	1.00	0.87	1.16	0.950
	sehr tief	2	10	22	586	9	1.5%	0.38	0.20	0.74	< 0.01
Sepsis	hoch	284	514	9	17'247	2'681	15.5%	1			
	mittel	144	280	17	17'807	2'828	15.9%	1.03	0.97	1.09	0.390
	tief	10	136	57	17'260	2'531	14.7%	0.93	0.88	0.99	< 0.05
	sehr tief	2	9	18	467	43	9.2%	0.55	0.40	0.76	< 0.01

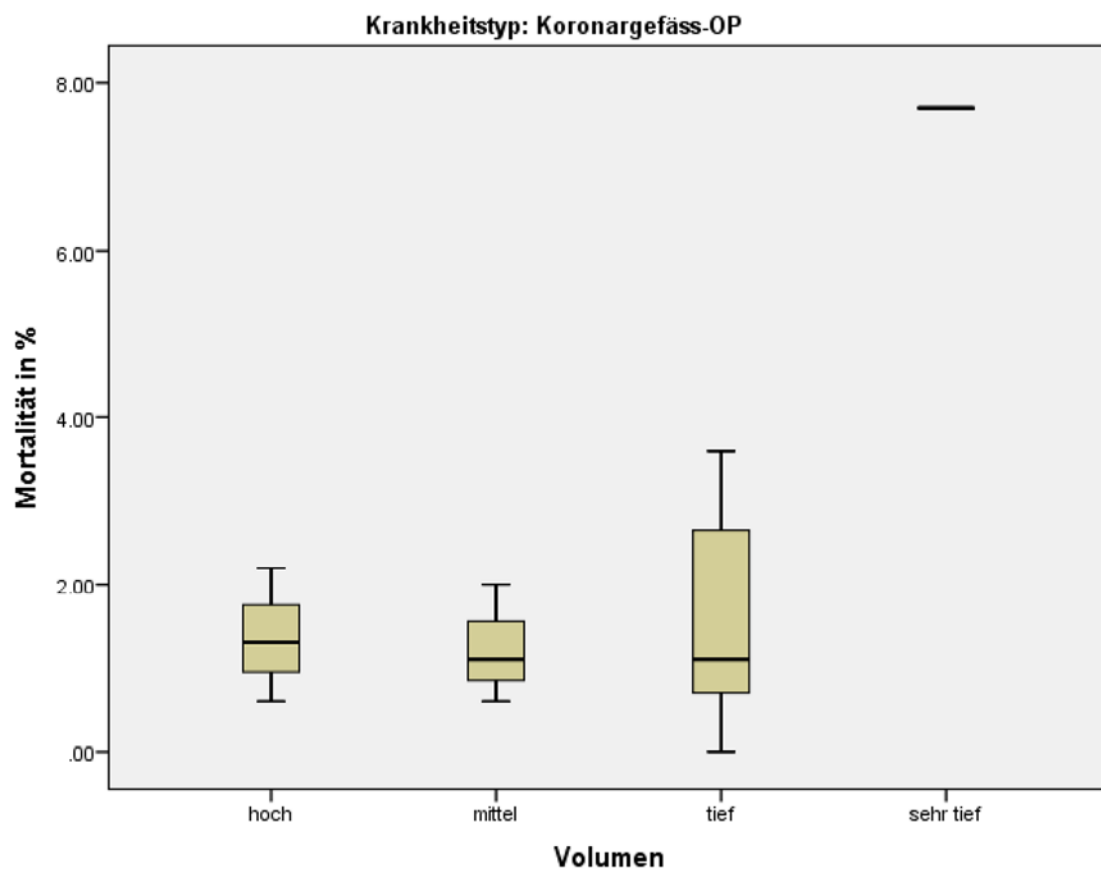
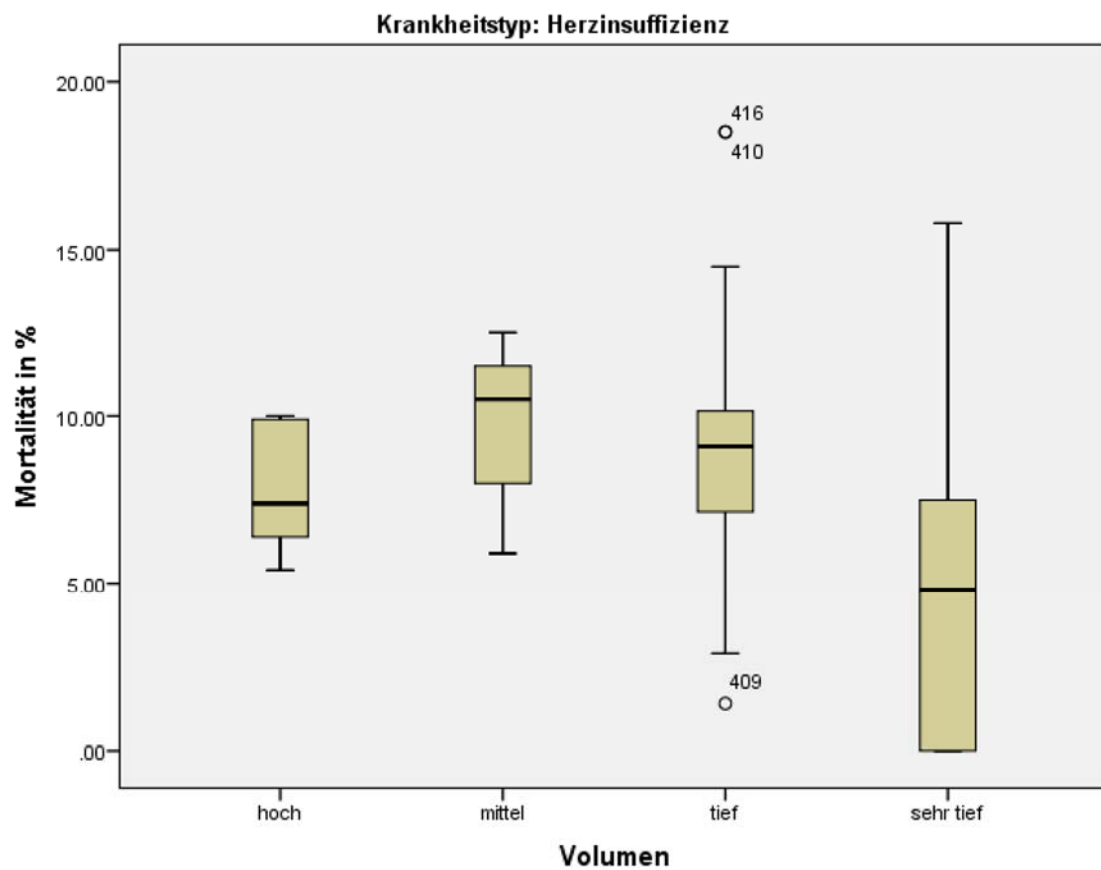
F. Anhang: Übersicht erwartete Mortalität

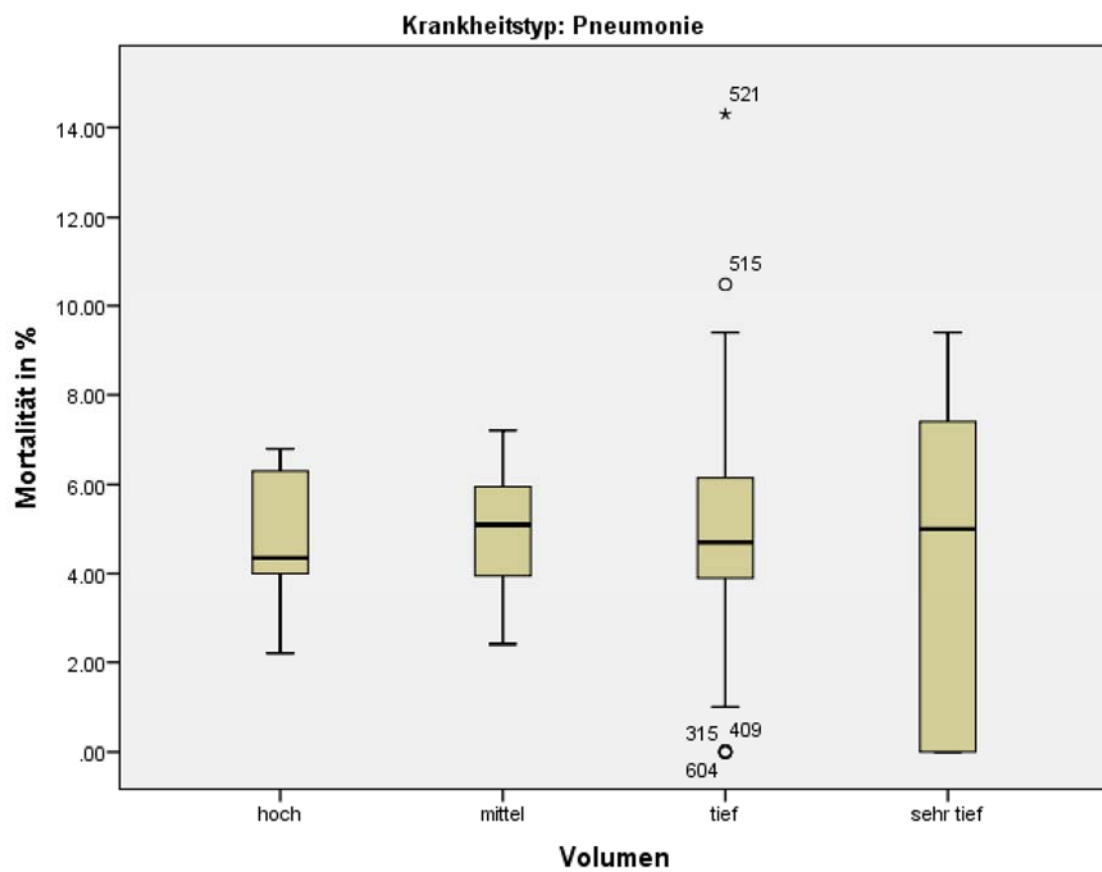
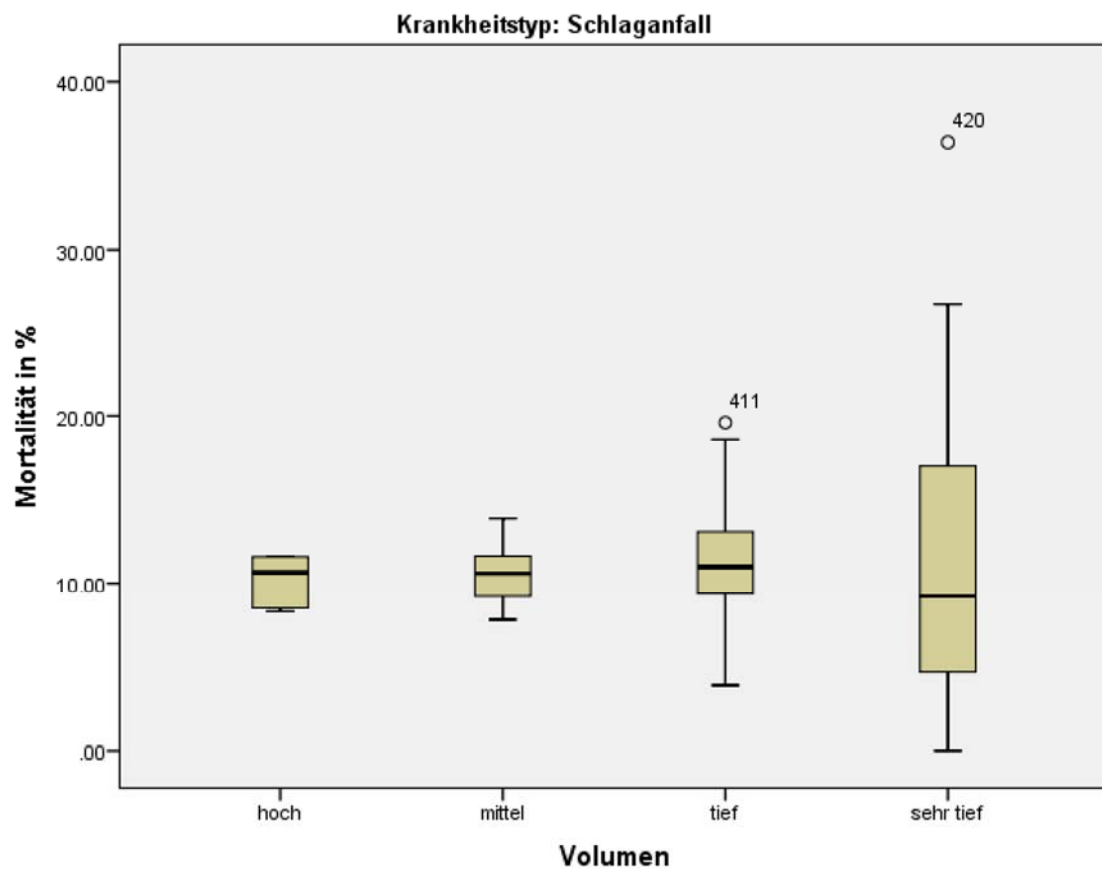
	Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Anzahl Spitäler	Anzahl Fälle	Erwartete Mortalität	OR	95% CI		P
								LL	UL	
Herzinfarkt	hoch	549	1'089	7	25'548	1'342 5.3%	1			
	mittel	267	505	13	25'011	1'524 6.1%	1.17	1.09	1.26	< 0.01
	tief	10	249	63	26'219	1'710 6.5%	1.26	1.17	1.35	< 0.01
	sehr tief	2	8	11	269	19 7.1%	1.37	0.86	2.19	0.19
Herzinfarkt (nicht verlegt)	hoch	321	455	7	13'131	1'097 8.4%	1			
	mittel	122	274	14	14'528	1'316 9.1%	1.09	1.00	1.19	< 0.05
	tief	10	119	51	14'336	1'454 10.1%	1.24	1.14	1.34	< 0.01
	sehr tief	2	10	14	378	44 11.6%	1.45	1.05	1.99	< 0.05
Herzinsuffizienz	hoch	392	757	10	25'749	2'237 8.7%	1			
	mittel	188	375	17	23'416	2'014 8.6%	0.99	0.93	1.05	0.73
	tief	12	181	67	25'413	2'255 8.9%	1.02	0.96	1.09	0.46
	sehr tief	2	9	11	310	30 9.7%	1.13	0.77	1.65	0.54
Koronargefäß-OP	hoch	223	277	3	3'635	49 1.3%	1			
	mittel	142	200	3	2'600	35 1.3%	1.00	0.65	1.55	1.00
	tief	11	118	11	3'588	49 1.4%	1.01	0.68	1.51	0.95
	sehr tief	5	5	1	26	- 0.0%	0.00	0.00	0.00	0.55
Schlaganfall	hoch	637	965	6	22'935	2'243 9.8%	1			
	mittel	251	631	12	23'664	2'625 11.1%	1.15	1.08	1.22	< 0.01
	tief	10	239	60	21'857	2'576 11.8%	1.23	1.16	1.31	< 0.01
	sehr tief	2	9	16	456	57 12.5%	1.32	1.00	1.75	0.05
Pneumonie	hoch	377	858	10	23'409	1'169 5.0%	1			
	mittel	143	374	20	20'430	930 4.6%	0.91	0.83	0.99	< 0.05
	tief	10	141	63	21'344	1'042 4.9%	0.98	0.90	1.06	0.59
	sehr tief	2	9	9	243	13 5.3%	1.08	0.97	1.03	0.80
Kolonresektion	hoch	44	88	10	3'135	119 3.8%	1			
	mittel	30	44	17	3'180	119 3.7%	0.99	0.76	1.28	0.91
	tief	10	27	36	2'984	111 3.7%	0.98	0.75	1.27	0.88
	sehr tief	3	10	22	641	23 3.6%	0.94	0.60	1.49	0.80

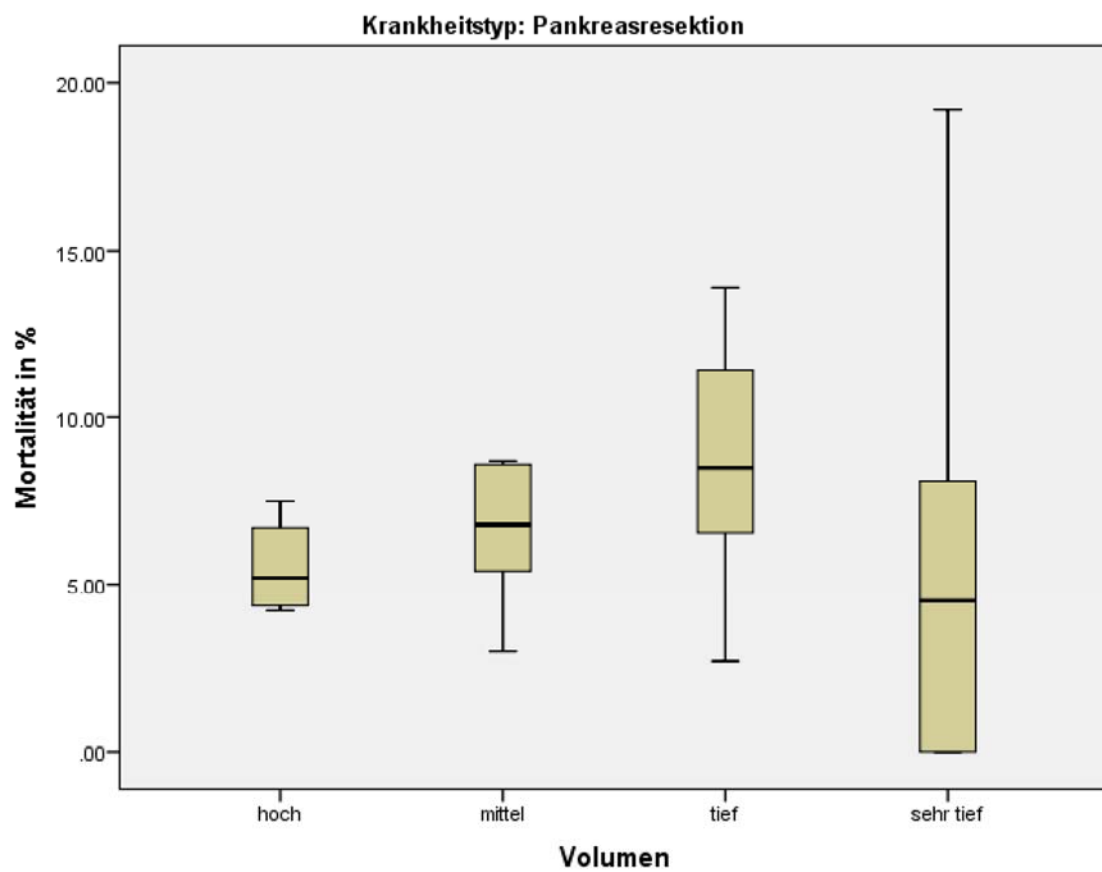
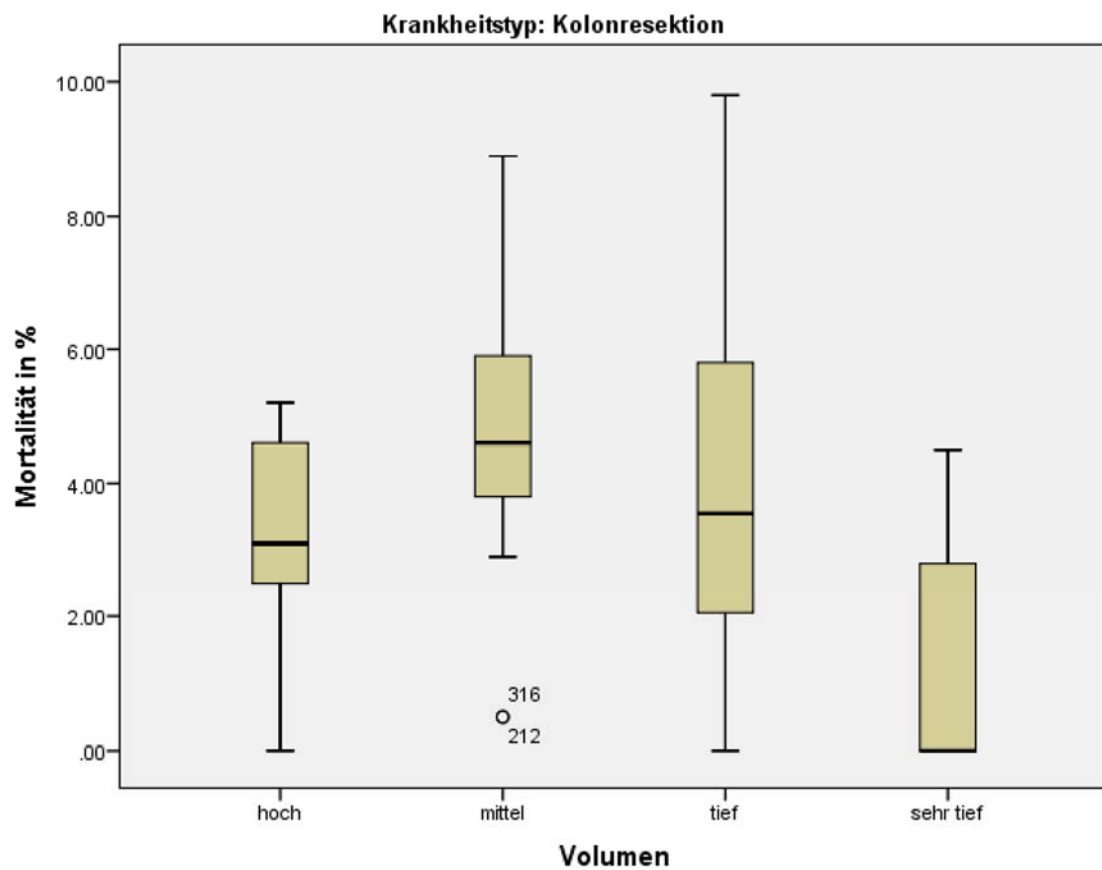
	Klasse	untere Grenze	obere Grenze	Anzahl Spi-täler	Anzahl Fälle	Erwartete Mortalität		OR	95% CI		P
									LL	UL	
Pankreasresektion	hoch	48	72	4	1'124	73	6.5%	1			
	mittel	26	44	6	956	63	6.6%	1.02	0.72	1.44	0.93
	tief	11	23	12	1'005	70	7.0%	1.08	0.77	1.51	0.67
	sehr tief	2	9	19	509	36	7.1%	1.10	0.72	1.66	0.66
Aortenaneurysma rupturiert	hoch	46	51	2	485	173	35.7%	1			
	mittel	19	22	5	514	199	38.7%	1.14	0.88	1.47	0.32
	tief	10	16	7	418	185	44.3%	1.43	1.10	1.87	< 0.01
	sehr tief	2	9	33	756	322	42.5%	1.33	1.06	1.69	< 0.05
Hüft-Endoprothese	hoch	318	710	13	29'449	63	0.2%	1			
	mittel	150	307	27	28'207	63	0.2%	1.04	0.74	1.48	0.81
	tief	11	148	71	28'380	58	0.2%	0.96	0.67	1.37	0.80
	sehr tief	4	10	4	119	-	0.0%	0.00	0.00	0.00	0.61
Hüft-TEP-Wechsel	hoch	61	172	8	3'478	38	1.1%	1			
	mittel	26	60	18	3'492	49	1.4%	1.29	0.84	1.97	0.24
	tief	10	25	42	3'424	46	1.3%	1.23	0.80	1.90	0.34
	sehr tief	2	10	36	992	6	0.6%	0.55	0.23	1.31	0.17
Schenkelhalsfraktur	hoch	154	295	10	9'982	428	4.3%	1			
	mittel	70	152	18	9'301	402	4.3%	1.01	0.88	1.16	0.91
	tief	10	66	57	9'253	368	4.0%	0.92	0.92	0.92	0.28
	sehr tief	2	10	22	586	19	3.2%	0.75	0.47	1.19	0.22
Sepsis	hoch	284	514	9	17'247	2'616	15.2%	1			
	mittel	144	280	17	17'807	2'682	15.1%	0.99	0.94	1.05	0.78
	tief	10	136	57	17'260	2'700	15.6%	1.12	1.09	1.15	0.22
	sehr tief	2	9	18	467	75	16.1%	1.07	0.83	1.37	0.60

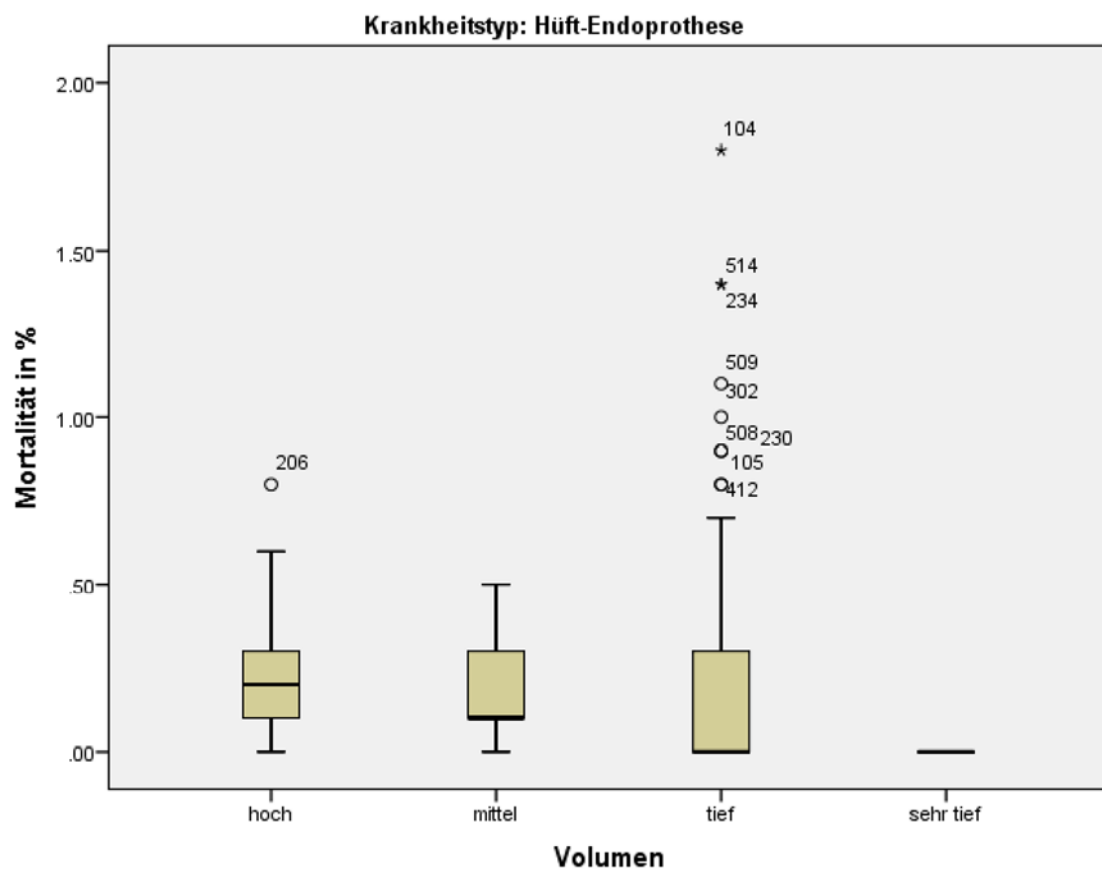
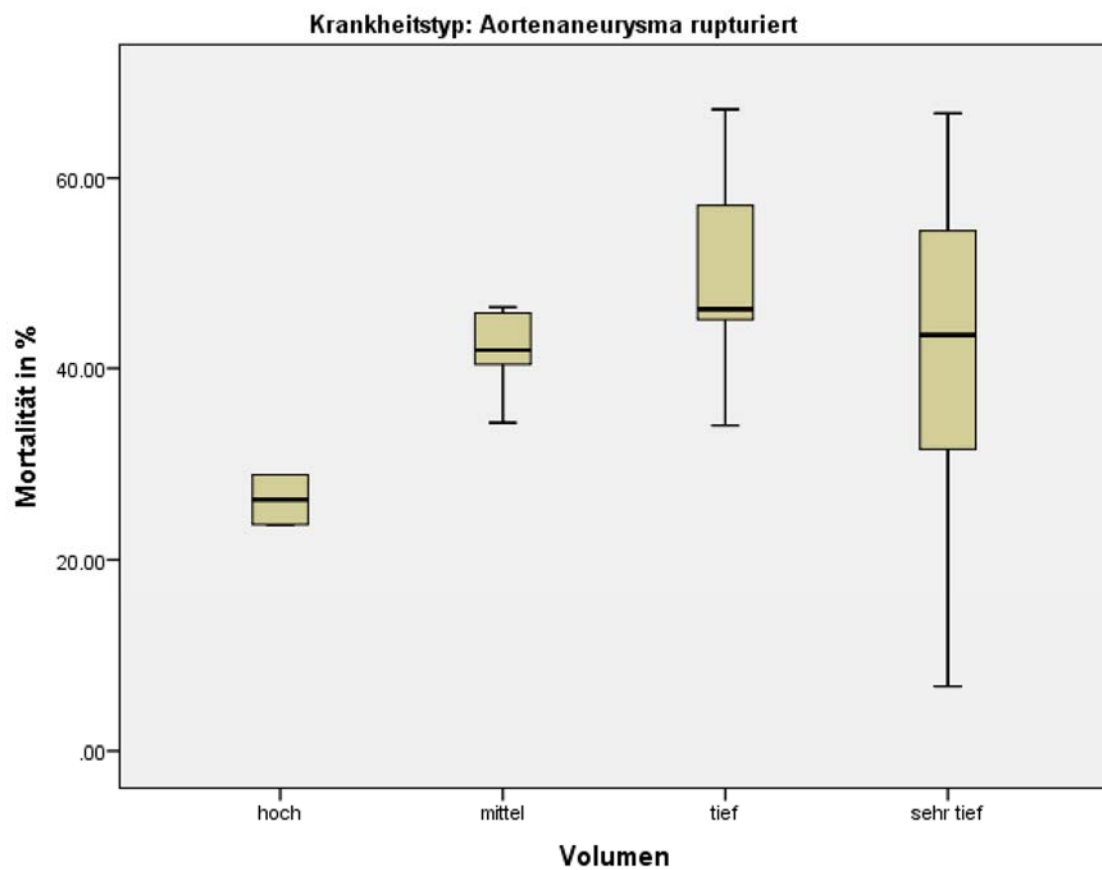
G. Anhang: Boxplots beobachtete Mortalität

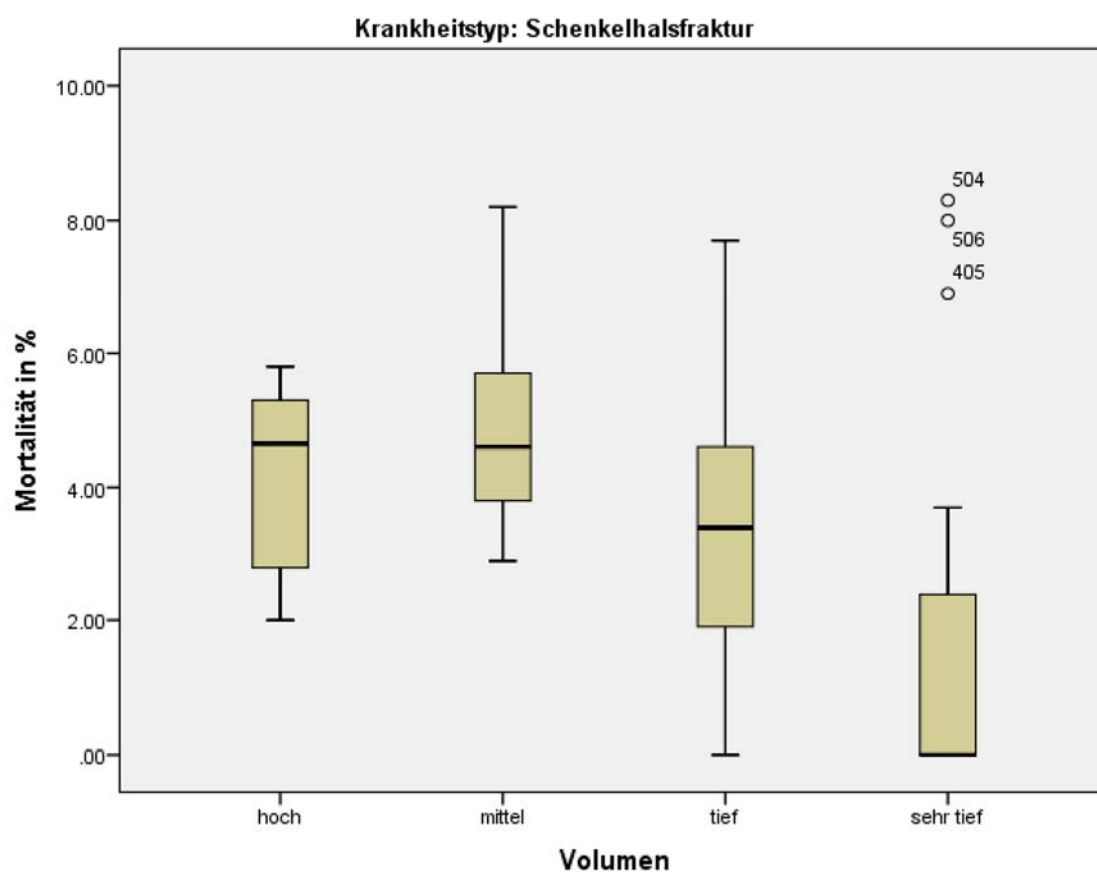
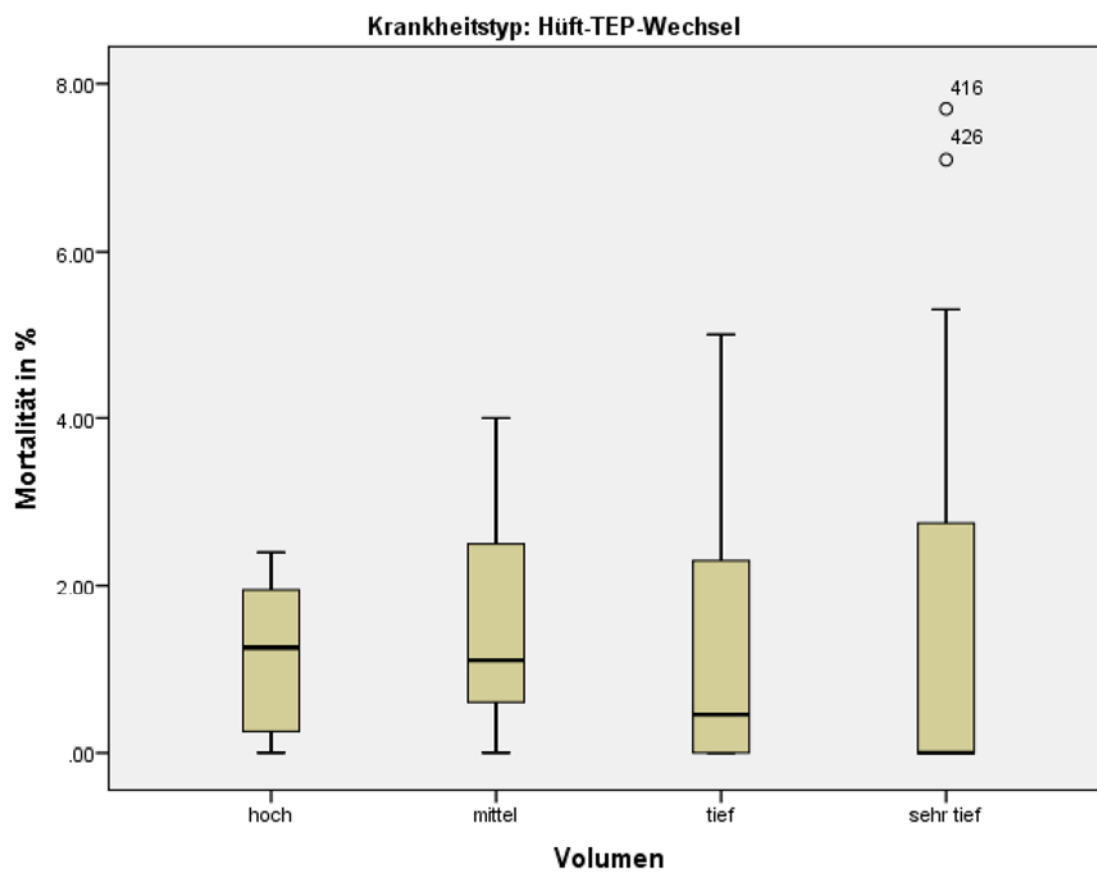


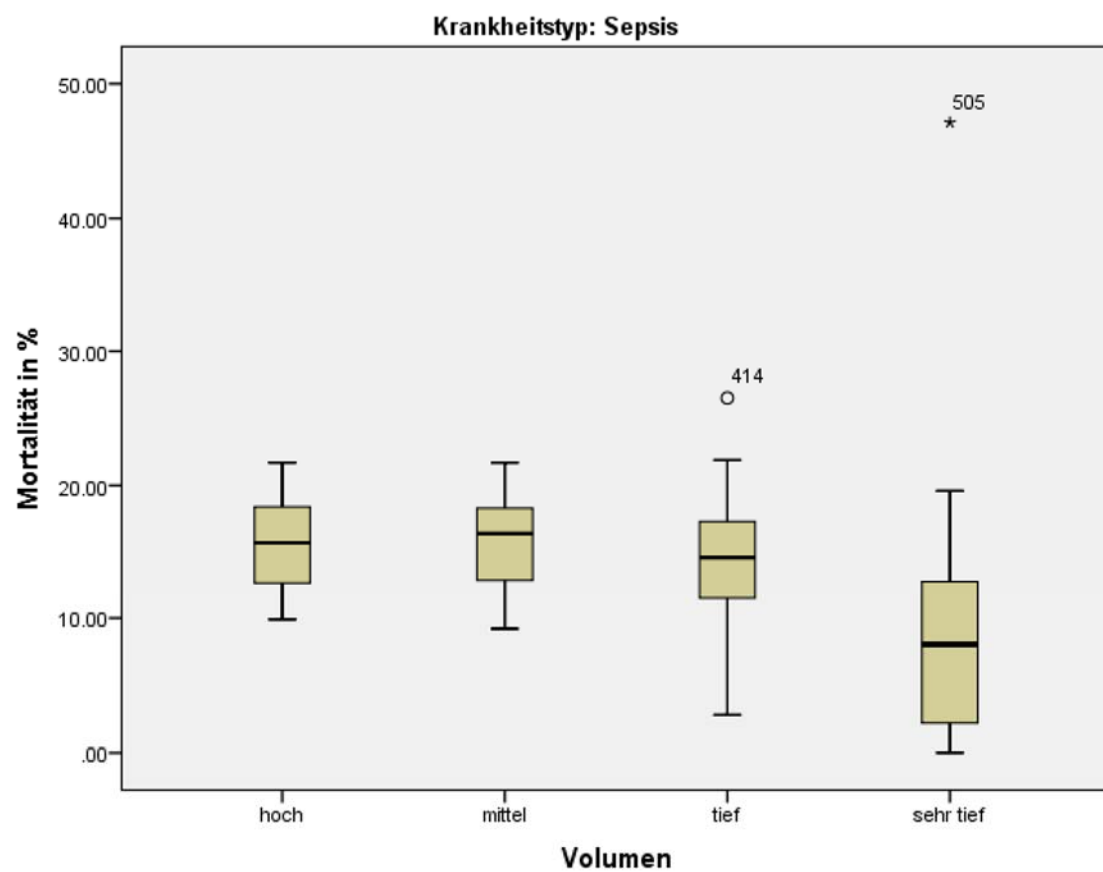




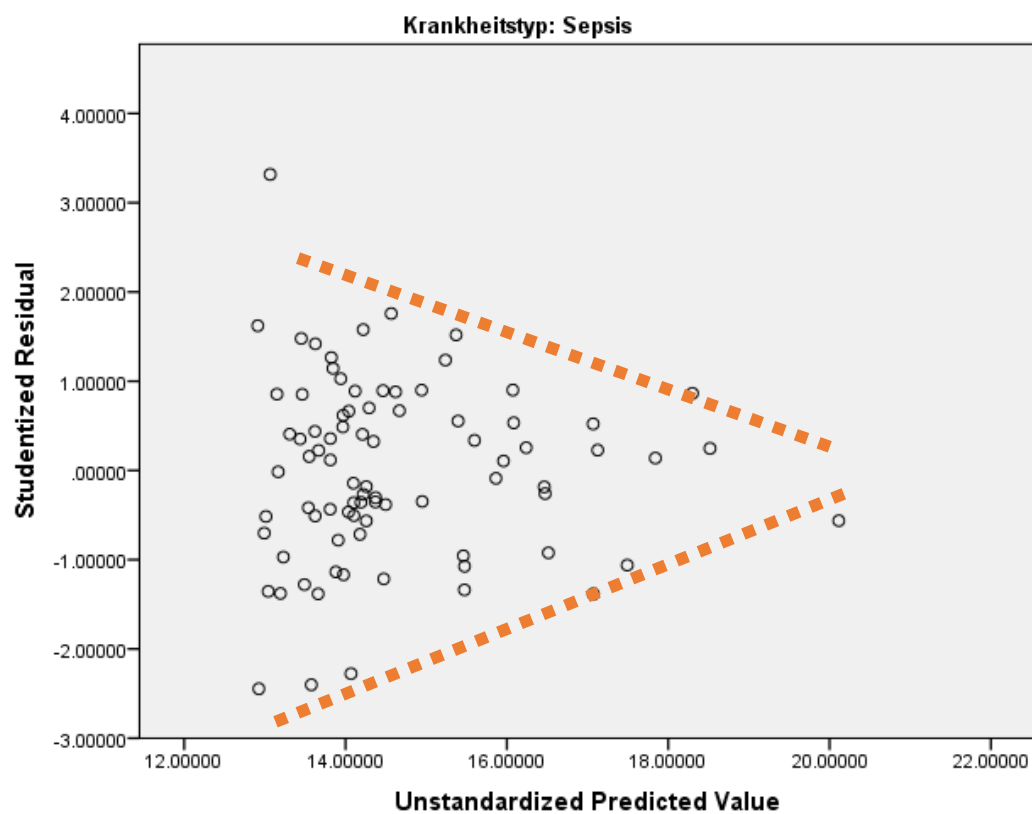
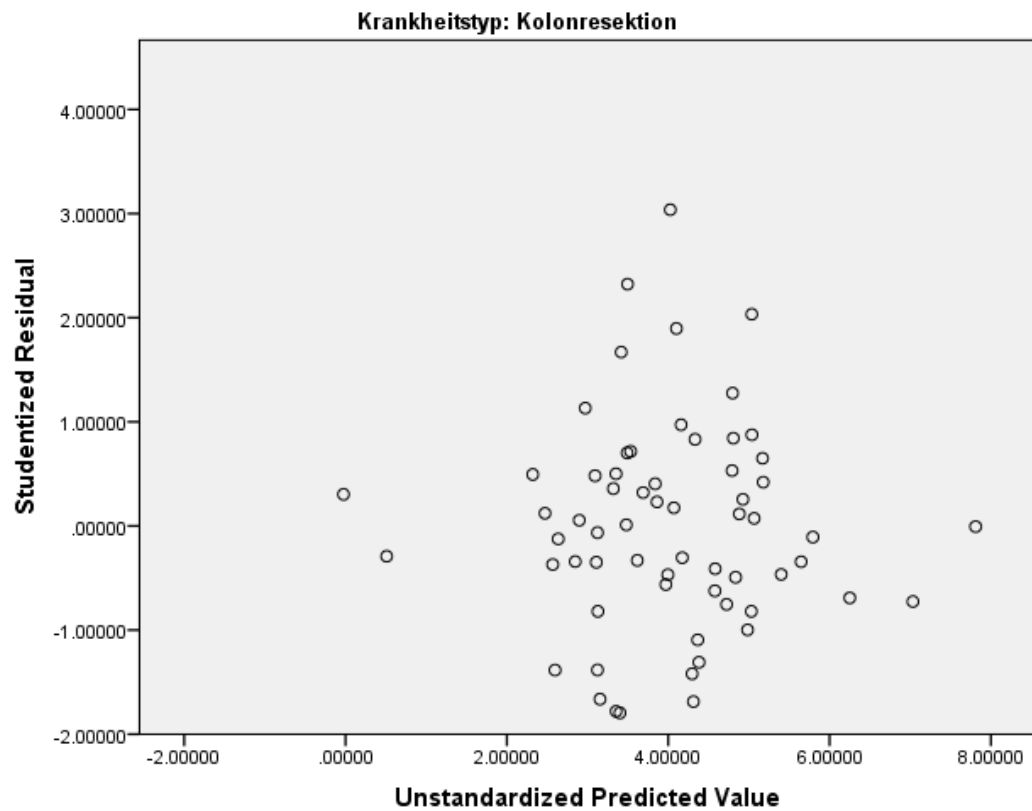




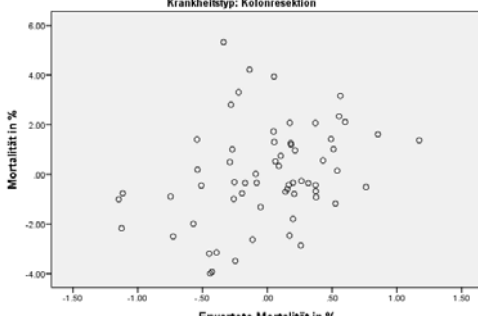
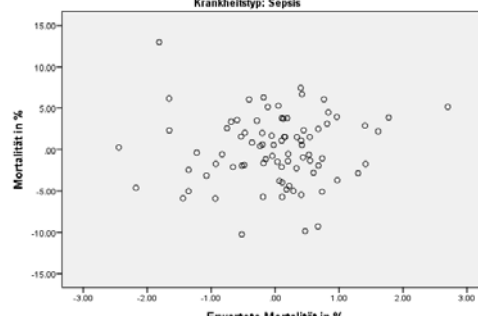
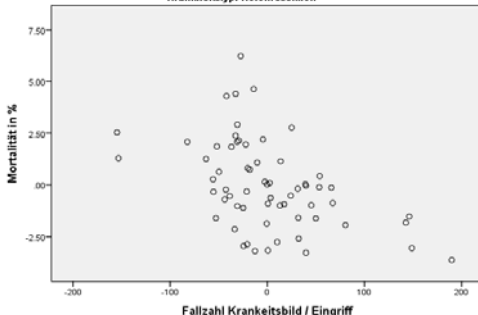
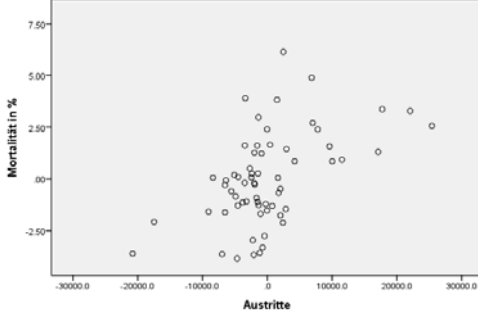
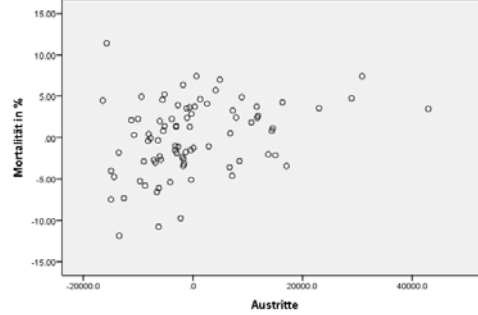




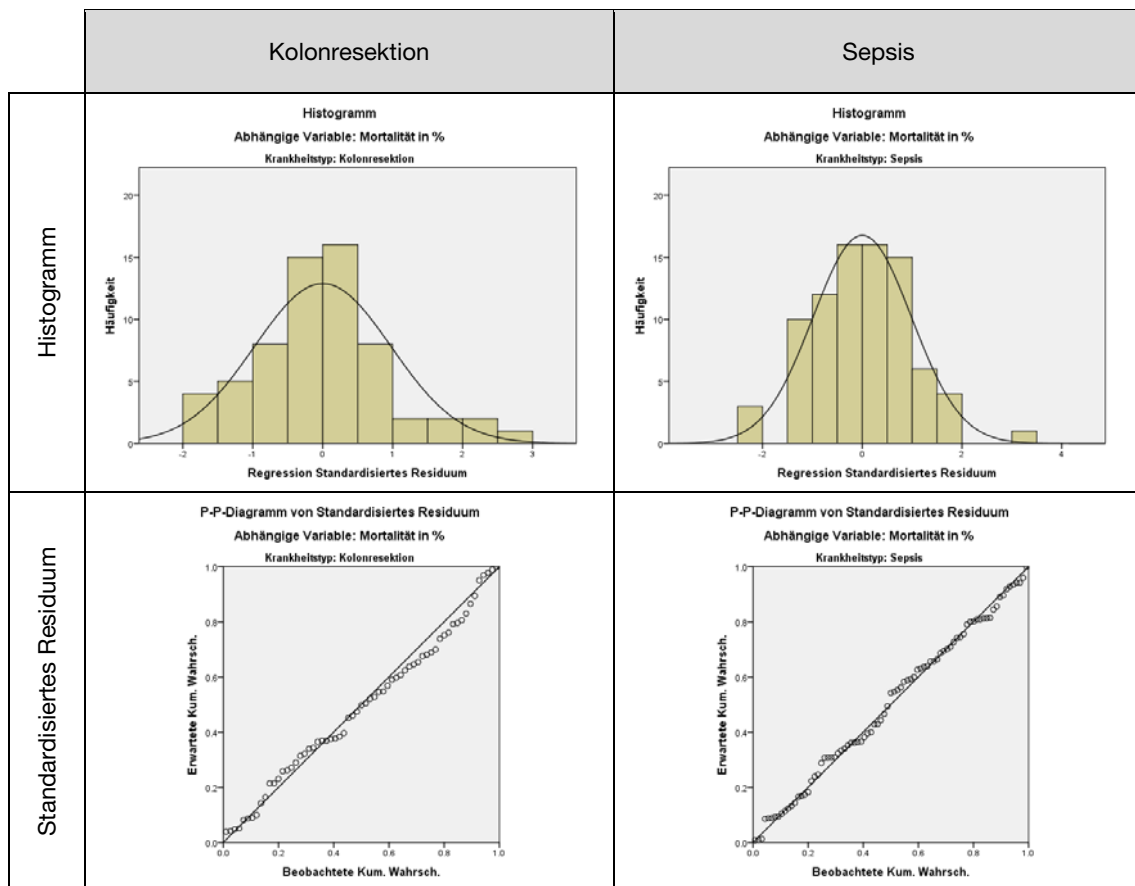
H. Anhang: Scatterplot zum Testen auf Linearität



Einzelne Variablen

	Kolonresektion	Sepsis
Erwartete Mortalität	<p>Partielles Regressionsdiagramm Abhängige Variable: Mortalität in % Krankheitstyp: Kolonresektion</p> 	<p>Partielles Regressionsdiagramm Abhängige Variable: Mortalität in % Krankheitstyp: Sepsis</p> 
Fallzahl Krankheitstyp	<p>Partielles Regressionsdiagramm Abhängige Variable: Mortalität in % Krankheitstyp: Kolonresektion</p> 	<p>(Faktor im Modell nicht berücksichtigt)</p>
Austritte	<p>Partielles Regressionsdiagramm Abhängige Variable: Mortalität in % Krankheitstyp: Kolonresektion</p> 	<p>Partielles Regressionsdiagramm Abhängige Variable: Mortalität in % Krankheitstyp: Sepsis</p> 

Histogramm



I. Anhang: Wahrheitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und nur unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst habe und dass ich ohne schriftliche Zustimmung der Studiengangleitung keine Kopien dieser Arbeit an Dritte aushändigen werde.

Gleichzeitig werden sämtliche Rechte am Werk an die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) abgetreten. Das Recht auf Nennung der Urheberschaft bleibt davon unberührt.

Christian Pfister,
